

MIJNWERKERSNYSTAGMUS
EN
ADAPTATIESTOORNISSEN

J. W. C. VERHAGE

MIJNWERKERSNYSTAGMUS
EN
ADAPTATIESTOORNISSEN

MIJNWERKERSNYSTAGMUS EN ADAPTATIESTOORNISSEN

PROEFSCHRIFT TER VERKRIJGING VAN DEN
GRAAD VAN DOCTOR IN DE GENEESKUNDE
AAN DE RIJKSUNIVERSITEIT TE LEIDEN,
OP GEZAG VAN DEN RECTOR MAGNIFICUS
Dr. J. A. J. BARGE, HOOGLEERAAR IN DE
FACULTEIT DER GENEESKUNDE, VOOR DE
FACULTEIT DER GENEESKUNDE TE VER-
DEDIGEN OP VRIJDAG 21 JANUARI 1938,
DES NAMIDDAGS TE 3 UUR

DOOR

JOHANNES WILLEM CORNELIS VERHAGE
GEBOREN TE ROTTERDAM

MINNEBESOTA

BY

ALBERTA LESTER

THE HISTORY OF THE STATE OF MINNEBESOTA, FROM THE FIRST SETTLEMENT TO THE PRESENT TIME, WITH A DESCRIPTION OF ITS NATURAL HISTORY, AND A HISTORY OF THE INDIAN TRIBES WHO INHABIT IT.

1858.

ST. PAUL: PUBLISHED BY J. H. BROWN.

1858.

1858.

1858.

1858.

1858.

1858.

The history of the State of Minnesota, from the first settlement to the present time, with a description of its natural history, and a history of the Indian tribes who inhabit it.

The history of the State of Minnesota, from the first settlement to the present time, with a description of its natural history, and a history of the Indian tribes who inhabit it.

The history of the State of Minnesota, from the first settlement to the present time, with a description of its natural history, and a history of the Indian tribes who inhabit it.

The history of the State of Minnesota, from the first settlement to the present time, with a description of its natural history, and a history of the Indian tribes who inhabit it.

The history of the State of Minnesota, from the first settlement to the present time, with a description of its natural history, and a history of the Indian tribes who inhabit it.

Aan mijn Ouders

Aan mijn aanstaande Vrouw

Het verschijnen van dit proefschrift biedt mij de wel-

come gelegenheid U, Hoogteeraren, Oud-hoogteeraren, Lectoren en Privaat-docenten der Medische en Philosophische Faculteiten der Leidsche Unversiteit, mijn dank te betuigen voor het van U ontvangen onderwijs.

U, Hooggeleerde Van der Hoeve, Hooggeachte Promotor, geldt dit woord van dank in de eerste plaats. Ik beschouw het als een groot voorrecht, onder Uw leiding werkzaam te zijn geweest. Uw immer levendige wetenschappelijke belangstelling, Uw nimmer falende energie en Uw humane persoonlijkheid zullen mij steeds een voorbeeld blijven. De belangstelling, die ik ook in moeilijke tijden van U mocht ondervinden, zal ik nimmer vergeten.

U, Hooggeleerde Rademakers en U, Zeergeleerde Ter Braak, betuig ik mijn dank voor de hulp, die Gij mij bij het verrichten van proeven in het Physiologisch Laboratorium hebt willen verleenen.

U, Zeergeleerde Van Heel en U, Zeergeleerde Meijuffrouw Van Leeuwen, ben ik zeer erkentelijk voor de uitvoering der bepalingen, op mijn verzoek verricht in het Instituut voor Technische Optica te Delft.

Geleerde Vossenaar, Uw raadgevingen en de hulp, die gij als Hooftmijnarts mij hebt verleend, zijn mij van groot nut geweest.

Geleerde Kreiken, aan de samenwerking met U behoud ik de aangenaamste herinneringen. Gij hebt steeds klaar gestaan, om mij bij mijn werk in het Limburgsche mijngebied behulpzaam te zijn. Zonder U was de uitvoering van dit proefschrift in dezen vorm niet mogelijk geweest.

*Geleerde Navis, het doet mij als oud vriend genoeg,
hier mijn erkentelijkheid uit te kunnen spreken voor de
hulp, die gij mij hebt verleend.*

*Aan de beheerders van het Jan Dekkerfonds betuig
ik mijn dank voor den door hen verleenden steun, die mij
de photometrische bepalingen mogelijk maakte.*

*Assistenten en oud-assistenten, gaarne denk ik terug
aan de prettige samenwerking, die ik van U mocht on-
dervinden.*

*Waarde De Jong, U dank ik voor de technische hulp,
die Gij mij verleende.*

*Moge ik besluiten met een woord van dank uit te
spreken aan allen, die mij bij de bewerking van dit
proefschrift hun medewerking hebben verleend.*

INHOUD.

	Blz.
Voorwoord	7
Eenige historische gegevens	11
Het ziektebeeld	31
Algemeene beschouwingen over lichtzinbepalingen .	55
Toegepaste methode	71
Resultaten	81
Theoretische beschouwingen over de aetiologie van den mijnwerkersnystagmus en de adaptatiestoornissen	100
De nystagmus in de Nederlandsche mijnen. Sociale factoren. Onderzoekingen en beschouwingen over de verlichting ondergronds	118
Overzicht van de belangrijkste photometrische een- heden	140
Samenvatting	142
Summary	146
Résumé	149
Zusammenfassung	152
Litteratuurlijst	156

In de Archives belges de Médecine militaire van 1861 vermeldde Decondé (ref. in ²⁰)) terloops, bij een algemeene bespreking van den nystagmus, dat hij bij een paar mijnwerkers een verkregen vorm van deze aandoening had waargenomen, die hij veroorzaakt achtte door alcoholmisbruik en bloedarmoede.

Hoe kort deze mededeeling ook was, toch moet zij als het uitgangspunt beschouwd worden van den geweldigen stroom van geschriften, die sindsdien over den mijnwerkersnystagmus zijn verschenen.

Het feit, dat Decondé de eerste was, die deze ziekte had beschreven, bleef niet onbetwist. Volgens sommige Engelschen (Snell) herkende Gillet uit Sheffield haar reeds in 1854. Peppmüller zou volgens Von Graefe de aandoening veel gezien hebben bij Saksische mijnwerkers in de jaren 1860—1863.

In de opvattingen over de oorzaak, zooals die in de eerste tientallen jaren na het bekend worden van de afwijking geuit werden, vindt men, zij het op veel wankeler grondslag, het beginsel terug van verscheidene der theorieën, die elkander heden ten dage nog bestrijden. Er is bijna geen theorie opgesteld, die niet later in min of meer gewijzigden vorm herleefde.

In 1871 uitte Schröter de meening, dat de oorzaak gelegen was in een vergiftiging door de gassen, die in de steenkolenmijnen gevonden worden, een meening, die Von Graefe bestreed, daar hij de slechte mijnverlichting voor de oorzaak hield.

Eenige jaren later (1877) werkte Dransart²¹) een

opvatting uit, die gedurende vele jaren de inzichten heeft beheerscht.

Hij vatte deze aldus samen:

„Le nystagmus des mineurs est une myopathie de la paire des élévateurs et du droit interne, intimement liée à l'anémie et à la parésie de l'accommodation.”

Een kenmerkende eigenschap van den mijnwerkers-nystagmus was de aanleiding voor deze theorie nl. het optreden bij naar boven zien.

Dit feit verklaarde Dransart uit een vermoeidheid der heffende oogspieren, die in de lage pijlers bij het gebukt werken overbelast zouden worden. Daarbij zou een onvoldoende convergentie het ontstaan van de ziekte in de hand werken. Deze convergentiezwakte vond hij regelmatig bij zijn patienten, evenals een lichte accommodatieparese en anaemie. Hij beschreef den invloed van verblijf in het donker, lichamelijke inspanning en de remmende werking van den alcohol. Tegen de opvatting van Von Graefe voert hij aan, dat juist de houwers de ziekte vertoonen, terwijl de andere mijnarbeiders even goed in slechte verlichting werken. Bovendien kan niet alleen de overgang van licht in donker een nystagmus-aanval opwekken, doch ook en dikwijls nog sterker de overgang van donker in licht. Arbeiders met beginnenden nystagmus hebben vaak alleen last bij het verlaten van de mijn. Klaarblijkelijk wordt hier tusschen oorzaak van de ziekte en aanleiding voor den aanval geen scherp onderscheid gemaakt. Het verdient evenwel de aandacht, dat Dransart reeds waargenomen heeft, dat plotse-linge veranderingen in adaptatietoestand in beide richtingen een aanval kunnen opwekken, terwijl later veelal alleen de invloed van afnemende verlichting wordt genoemd.

Het ziektepercentage schatte Dransart destijds zeer laag; hij vond in het district Abscon 4 gevallen op 900

arbeiders, in Hérin geen enkel. Later kwam hij tot veel hoogere cijfers. Ook elders bleek, dat de ziekte veel meer voorkwam dan men aanvankelijk gemeend had. Men schreef dit gedeeltelijk toe aan de toenemende aandacht voor de symptomen, gedeeltelijk aan het gebruik der veiligheidslampen.

De veiligheidslamp, in 1815 door Sir Humphry Davy en den mijnwerker George Stephenson onafhankelijk van elkander uitgevonden, was namelijk door de wijziging, die de Belg Mueseler er in had aangebracht, omstreeks 1840 veel meer voor algemeen gebruik geschikt geworden. Ofschoon het licht veel beter was dan van de primitieve veiligheidsverlichting, zooals men die in de 18de eeuw wel toepaste (een rad met stukjes staal en vuursteen, waar bij draaien vonkjes afsprongen), was het aanmerkelijk minder sterk dan dat van de open lichtbronnen.

Dransart verwaarloosde den factor der gebrekkige verlichting niet geheel, doch hechtte aan de gedwongen blikrichting de meeste waarde.

Aan de eene zijde van Dransart stond Snell, een vurig voorstander van de theorie der gedwongen blikrichting, die zoo ver ging den invloed van het donker geheel te willen uitsluiten, aan de andere zijde Nieden, die aan den invloed van het donker meer belang toekende dan Dransart deed.

Nieden⁷³⁾ had in 1874 eenige gevallen nauwkeurig beschreven. Hij plaatste het merkwaardige feit op den voorgrond, dat deze vorm van nystagmus ontstaat bij volwassenen, zonder dat aan het oog eenige anatomische afwijking kan worden waargenomen en vermeldde bij de aandoening nachtblindheid, die hij terugvoert op functiestoornissen in het netvlies ten gevolge van den bruusken overgang van donker in daglicht bij het verlaten van de mijn. Deze „torpor retinae” zou tevens de oorzaak van den nystagmus zijn.

Na enkele jaren herriep hij deze opvatting, daar hij meende, dat de hemeralopie der lijdens aan mijnwerkersnystagmus slechts schijnbaar is en veroorzaakt wordt, doordat in het donker de nystagmus toeneemt. In zijn werk „Der Nystagmus der Bergleute“⁷⁴⁾, dat in 1894 verscheen, geeft hij een overzicht van zijn veelzijdige en stelselmatige onderzoekingen. Hij heeft reeds het beeld van de ziekte nauwkeurig omlijnd, het belang van het donker ingezien, photometrische bepalingen verricht en bovendien sluit de eindconclusie: „de mijnwerkersnystagmus is een anomalie van den oogspiertonus“ zich zoo geheel aan bij de moderne theorieën, dat men dit werk zonder voorbehoud als zijn tijd ver vooruit moet kenschetsen.

Tegen de theorie van Dransart werd aangevoerd, dat — zij het minder veelvuldig — ook nystagmus werd waargenomen bij karrevoerders en andere arbeiders, die bij hun werk niet naar boven behoeften te zien. Reid (1906) vond nystagmus in pijlers, die meer dan 8 voet hoog waren, waar dus van gebukte houding geen sprake was.

Ofschoon gaandeweg twijfel opkwam aan de betekenis van de vermoeidheid der heffende oogspieren voor het ontstaan van den mijnwerkersnystagmus, bleef deze theorie, in Engeland vooral door Snell gesteund, lang de meest verbreide.

Het ligt niet in de bedoeling een eenigszins volledig historisch overzicht te geven; slechts mogen hier eenige der belangrijkste opvattingen aangestipt worden, die in haar tegenstellingen de vele kanten van het vraagstuk van zelf naar voren doen komen.

Trombetta (1909) trok uit proeven op menschen en dieren de conclusie, dat de ziekte het gevolg was van abnormale labyrinthaire prikkels door de wisselingen in atmosferischen druk en explosies.

Omstreeks 1910 stond het werk van Belgische geleer-

den in het middelpunt van de belangstelling. Nuel en zijn assistenten Weekers en Stassen verrichtten uitgebreide studies, waartoe het Luiksche mijngebied hun een groot materiaal bood. Nuel legde vooral den nadruk op het wegvallen van de dirigeerende functie van de fovea bij het zien in het donker. Het binoculaire zien zou bovendien gestoord worden, doordat linker en rechter oog verschillende facetten van het koolvlak zien spiegelen. Dit laatste bleek bij onderzoek ter plaatse een theoretische constructie te zijn.

Ook aan de plotselinge overgangen van licht in donker en omgekeerd bij het betreden en verlaten der mijn schonk Nuel zijn aandacht. Weekers¹⁰⁰⁾ onderzocht de adaptatie van lijdens aan mijnwerkersnystagmus en vond deze in een groot percentage van de gevallen gestoord. Later zullen zijn onderzoekingen uitgebreider ter sprake komen.

Stassen schreef eenige jaren later een uitgebreide studie over het vraagstuk onder den titel „La fatigue de l'appareil visuel chez les ouvriers mineurs“¹⁰²⁾. Hij onderzocht meer dan 9000 mijnwerkers. Door zijn kennis van de op dit tijdstip reeds zoo veelvuldige theorieën was het Stassen mogelijk zijn onderzoek veelzijdig uit te werken en aan zeer uiteenlopende factoren zijn aandacht te schenken. Hij acht de slechte verlichting ten slotte de grondoorzaak. Het ontstaan van den nystagmus wordt echter door zeer verschillende factoren begunstigd. De abnormale blikrichting, de vestibulaire prikkels bij afdalen en naar boven komen, de snelle overgang van licht en donker, alle dragen zij hun aandeel er toe bij. Merkwaardig is het feit, dat hij de aandoening ook vond bij arbeiders van een ijermijn, terwijl in het algemeen moet worden aangenomen, dat zij alleen in steenkolenmijnen voorkomt. Op 36 arbeiders van de genoemde ijermijn vond hij zelfs 3 gevallen. Het type van den nystagmus was geheel dat van den mijnwerkersnystag-

mus; ook waren de subjectieve symptomen, de schijnbewegingen en de verblinding bij het verlaten van de mijn aanwezig.

Op het congres van de Société Française d'Ophtalmologie in 1913 gaf Coppez²³⁾ een uitvoerig overzicht van den stand van de onderzoekingen over de verschillende vormen van nystagmus op dat tijdstip. Hij ruimde daarbij een groote plaats in voor den mijnwerkersnystagmus. Hij stelt zich op het standpunt van Dransart, doch wil diens theorie aanvullen. De nystagmus is een onvolledige tetanus, die optreedt in de spieren, die het oog naar boven bewegen als gevolg van haar overmatige inspanning bij het werk in de mijn. Gaandeweg treedt deze reactie op als een voorwaardelijke reflex, die lang kan blijven bestaan, nadat het werk, dat de vermoeidheid veroorzaakte, is gestaakt. Het duister is een nevenfactor.

Tot nog toe is weinig sprake geweest van Engeland. In 1875 beschreef Bell Taylor de ziekte als „a new disease”, waarvan hij de oorzaak zocht in overspanning van de oogspieren en de gebrekkige verlichting in de mijnen.

Gesteund door de autoriteit van Snell werd in de laatste 20 jaar der 19de en het begin der 20ste eeuw in Engeland vrijwel algemeen de theorie van Dransart aanvaard. Jeaffreson achtte echter het geheele beeld een neurose, een meening, die later door Rutten in België werd verdedigd.

Ongeveer 1910 kwam de groote omkeer. Meer en meer won het inzicht veld, dat in laatste instantie de duisternis de grondoorzaak vormt. Op het congres van Oxford in 1912 werd over niets anders dan de verlichting der mijnen gesproken. Er werd 1000 pond sterling uitgelooft voor dengeen, die in de mijnlampen een belangrijke verbetering wist te brengen.

Men was in Engeland van meening, dat het beeld van

den mijnwerkersnystagmus zeer ruim genomen moet worden. De onwillekeurige oogbewegingen zijn niet de hoofdzaak; hoofdpijn, duizeligheid, tremoren, nerveuze uitputting en tachycardie wijzen op een aandoening van het geheele zenuwstelsel. Deze opvatting leidde in 1913 tot een wijziging in de Third Schedule of the Workmen's Compensation act, waarin de aandoening — kortweg als nystagmus vermeld — reeds een zestal jaren voorkwam. De aanduiding werd veranderd in:

„the disease known as miner's nystagmus, whether occurring in miners or others and whether the symptoms of oscillation of the eyeballs be present or not”.

Hoe men ook over den theoretischen grondslag van dezen maatregel mag denken, in de practijk heeft de wijziging veel kwaad gesticht. Met het opgeven van den eisch van het aanwezig zijn van objectieve symptomen was de weg vrij voor werkschuwen, hypochonders en zwakke individuen, om door het aangeven van niet bestaande, of overdrijving van aanwezige bezwaren zich uit den strijd om het bestaan terug te trekken. De keurende arts, ook degeen die het gevaar van dezen toestand zag, was niet bij machte, hier altijd het kaf van het koren te scheiden, nu hem het middel hiertoe — de objectieve kenteekenen — uit de hand geslagen was. De gevolgen bleven niet uit, het percentage nieuwe gevallen per jaar steeg plotseling van 0,16% op 0,26%, terwijl ook de gemiddelde ziekteduur aanmerkelijk langer werd. Gevallen, die langer dan 10 jaar duren, zijn elders onbekend, doch in Engeland geen zeldzaamheid. Was de maatregel het gevolg van de overtuiging, dat objectieve oogsymptomen niet de hoofdzaak waren, secundair versterkte hij deze meening door het aankweken van neurotische verschijnselen. Men geraakte in een circulus vitiosus, die tot op heden zelfs door de autoriteit van onderzoekers als Pooley²⁴⁾ en Llewellyn niet verbroken is kunnen worden. Nog steeds zijn er geleerden van naam, als

Haycraft⁸⁵⁾ en Roche⁸⁶⁾, die in iedere publicatie weer den nadruk leggen op symptomen, die men noch in Duitschland, noch in Frankrijk of België, noch ook volgens mijn onderzoekingen hier te lande vindt en die alle het gemeenschappelijke kenmerk hebben, dat zij subjectief zijn. Sommige uitlatingen in de Engelsche litteratuur zijn kenmerkend. Terwijl bijv. de onderzoekers van het continent het er vrijwel unaniem over eens zijn, dat bij de lijders aan mijnwerkersnystagmus geen verhoogde vestibulaire prikkelbaarheid bestaat, vond Roche bij zijn patienten een dermate verhoogde gevoeligheid, dat hij de draaiproeven voor de verticale kanalen slechts zelden durfde uitvoeren, daar de duizeligheid vaak een dag aanhield!

Wat de aetiologie aangaat, staan de meeste Engelsche onderzoekers op het standpunt, dat de duisternis de hoofdfactor is. Llewellyn⁸⁶⁾ deed reeds in 1912 in verband hiermede photometrische bepalingen ondergronds. Roche kent bovendien aan de vestibulaire factoren een groote beteekenis toe en vat de ziekte op als een stoornis in de samenwerking van de afferente oogbanen, het vestibulairapparaat en het cerebellum, waardoor de tonische refleximpulsen veranderen van frequentie en amplitude, een opvatting, die zeer nauw verwant is aan die van Ohm.

Tot het algemeen doordringen van het inzicht, dat de gebrekkige verlichting de hoofdoorzaak is, droeg vooral de ontdekking van den Praagschen kinderarts Raudnitz bij.

Raudnitz had reeds in 1897 een uitgebreide studie geschreven over den spasmus nutans⁸⁷⁾, een ziekte bij jonge kinderen ($\frac{1}{2}$ —2 jaar), die bestaat in schudden met en scheefhouden van het hoofd, vaak gepaard gaande met nystagmus. Deze aandoening treedt in de donkere wintermaanden op, om met het aanbreken van het voorjaar te verdwijnen. Het viel Raudnitz bovendien op,

dat al deze kinderen verblijf hielden in de zeer donkere huizen van het oude Praag. Zeer nauwkeurig ging hij den invloed van verschillende blikrichtingen na. Hij identificeerde de aandoening met den mijnwerkersnystagmus; beide achtte hij veroorzaakt door abnormale inspanning bij het zien in het donker, terwijl bij de mijnwerkers bovendien het gedwongen naar boven kijken een rol speelt. In 1902 deed hij proeven over de werking van ammoniakdamp op het beenderstelsel van jonge honden, bij welke proeven de dieren in het donker verbleven. Geheel toevallig vond hij, dat de dieren een nystagmus kregen, die veel geleek op dien bij den spasmus nutans en den mijnwerkersnystagmus. Bij de honden vond hij tevens den blepharospasmus⁸⁸⁾, die bij de mijnwerkers een bekend symptoom is. Hiermee was het bewijs geleverd, dat verblijf in het donker op zichzelf voldoende kan zijn om nystagmus op te wekken, het belangrijkste positieve gegeven, waarover de huidige wetenschap in dit aan mogelijkheden en verwickelingen zoo rijke onderwerp beschikt.

Ondanks haar cardinale beteekenis vond deze ontdekking niet direct weerklink in de litteratuur. Het valt bijv. op, dat Coppé⁸⁹⁾ haar in 1913 nog niet noemt. Waarschijnlijk is dit het gevolg van de bescheidenheid, waarmee zij werd aangekondigd. Hoe dit zij, met het bekend worden van het werk van Raudnitz moest de theorie, dat de mijnwerkersnystagmus het gevolg van gebrekkige mijnverlichting is, het pleit winnen. Men ziet dan ook in de laatste tientallen jaren voornamelijk pogingen om te verklaren, hoe, op welke wijze en langs welke wegen zich deze werking van het donker voltrekt, terwijl het feit, dat dit laatste de oorzaak is, wordt aangenomen. Een der onderzoekers, die hierbij een bijzonderen weg insloegen, was Ohm.

Ohm begon zijn arbeid aan de Bochumer Knappschaft in 1908. In de bijna dertig jaren, die volgden,

verschenen van zijn hand een enorm aantal geschriften over den mijnwerkersnystagmus. Een overzicht van dit werk in klein bestek geven is niet mogelijk, slechts wat de principes aangaat, mag hier een en ander naar voren gebracht worden. Ohm is begonnen als een voorvechter van de vestibulaire theorie. In zijn eerste groote werk over het onderwerp⁷⁶⁾ zegt hij, dat het bestrijden van de gebrekkige verlichting voor de prophylaxe alles is, doch dat niets van de motorische eigenaardigheden van den nystagmus uit dit feit kan worden verklaard. Deze kunnen alleen begrepen worden als een gevolg van vestibulaire invloeden, want uit het vestibulairapparaat kunnen alle oogbewegingen opgewekt worden, die bij mijnwerkersnystagmus voorkomen.

Ohm slaat hier van meet af aan een andere richting in dan de meeste schrijvers van zijn tijd. Hoewel hij den invloed van verblijf in het donker erkent, knoopt hij hieraan, om het beeld van de ziekte te kunnen verklaren, vestibulaire stoornissen vast en deze opvatting drijft hem steeds verder in proeven en veronderstellingen, waarbij de vestibulaire factoren zoo op den voorgrond worden gesteld, dat een oorspronkelijk quantitatief verschil in een kwalitatief omslaat en hij in min of meer scherpe tegenstelling komt te staan tot zijn tijdgenooten. Zijn opvattingen hebben zich binnen een bepaald kader herhaaldelijk gewijzigd. Aanvankelijk stond hij op het standpunt, dat de zetel van den nystagmus in het periphere vestibulairapparaat te zoeken was. In ieder geval van mijnwerkersnystagmus zou van één bepaalde plaats van de maculae en cristae acusticae een voortdurende prikkel uitgaan op de oogspierkernen. De zetel van de aandoe-ning in het labrynt zou daarbij den aard van den nystagmus bepalen. De oorzaak was het duister; een slechte lichtzin schiep een predispositie. Hij meende uit zijn proeven op dieren te kunnen besluiten, dat de donker-nystagmus na labryntextirpatie ophoudt.

De Kleyn en Versteegh⁸⁶⁾ toonden echter in 1920 aan, dat dit onjuist was en dat zelfs bij jonge honden, bij wie de labrynten zijn geëxtirpeerd, nog donkernystagmus tot ontwikkeling gebracht kan worden.

Hierdoor zag Ohm zich genoodzaakt aan te nemen, dat de pathologische veranderingen, die den nystagmus veroorzaken, niet in het labrynt, doch in het centrale zenuwstelsel gelocaliseerd moeten worden. Dit was reeds een belangrijke omkeer in zijn theorie. De tweede en nog belangrijkere was, dat hij in zijn groote werk „Das Augenzittern als Gehirnstrahlung”⁷⁸⁾ (1925) erkende, dat alle oogbewegingen, die uit het vestibulairapparaat opgewekt kunnen worden, ook kunnen worden veroorzaakt door optische prikkels. Echter blijft hij vasthouden aan de vestibulaire kernen (met name den nucleus Deiters) als supranucleair centrum op gronden, die later genoemd zullen worden en zeer aanvechtbaar zijn. De vestibulaire kernen zouden voortdurend prikkels uitzenden van onbekende frequentie naar de oogspierkernen. Ohm vat deze kernen als „Hauptaugenmuskelsender” samen. Het complex staat onder invloed van optische, vestibulaire en corticale impulsen en onderhoudt den tonus der oogspieren. Ohm ontleent zijn nomenclatuur graag aan de physica, waarbij hij, aanvankelijk in parabolen sprekend, er meer en meer toe is overgegaan, electromagnetische golven werkelijk als de dragers der verschijnselen van de zintuigphysiologie op te vatten⁸⁵⁾. Zoo spreekt hij van de „Stimmung” (frequentie) en de „Erregung” (amplitude) van den zender. Daalt door bepaalde oorzaken, bijv. langdurig verblijf in het donker, de frequentie in een der „Teilsender” (welker aantal Ohm met merkwaardige zekerheid op 60 weet te schatten), onder 8 Hertz, dan treedt nystagmus op^{81, 83, 84)}.

Hierbij wordt nog altijd voor het ontstaan van den mijnwerkersnystagmus aan overmatige prikkeling van het vestibulairapparaat een groote beteekenis toegekend.

Een ander voorbeeld van Ohm's voorkeur voor fysische parabelen is zijn opvatting van de snelle phase. Hij erkent geen principiëel verschil tusschen langzame en snelle phase. Dit was noodig om de vestibulaire theorie staande te kunnen houden, daar alle vormen, die uit het labyrint kunnen worden opgewekt, een ruknystagmus zijn. De snelle phase verklaart hij nu naar analogie van de tonen en klanken. De eerste hebben een sinusoïde als trillingsvorm, de laatste kunnen door een bepaalde frequentie en phaseverschuiving van de boven-tonen tot curven voeren, die aan een snelle en een langzame phase van een nystagmus doen denken.

Leest men de laatste publicaties van Ohm, dan zijn de vestibulaire invloeden nog meer op den achtergrond geraakt.⁸⁶⁾ De nystagmus van de mijnwerkers wordt nauw verwant geacht aan dien van de totaal-kleuren blinden. Bij de laatsten zouden de kegeltjes met de er bij behorende neuronen abnormaal zijn, zoodat zij met te geringe frequentie reageeren in normale uitwendige omstandigheden; bij de eersten zijn het de abnormale uitwendige omstandigheden, die in een normaal neuronensysteem de daling van de frequentie ten gevolge hebben. In dezen vorm onderscheidt Ohm's theorie zich principiëel weinig van de meeste andere donkernystagmustheorieën van dezen tijd, slechts het ingewikkelde complex van anatomische, physiologische en fysische hypothesen, dat hij noodig acht om de twee einden tot elkaar te brengen, heeft den stempel behouden van zijn vroegere theorieën.

Menigmaal is Ohm in polemieken getreden met Bartels. Deze bestreed van meet af aan de vestibulaire theorie van Ohm. Bartels' werk staat op een zeer breede basis; behalve tot alle vormen van nystagmus strekt zijn belangstelling zich ook uit tot de ontogenie en phylogenie van de onwillekeurige oogbewegingen.

Hij herhaalde, evenals Ohm, de proeven van Raud-

nitz. Daar hij vermoedde, dat de donkernystagmus zich in het volkomen donker niet zou ontwikkelen, paste hij de doorsnijding van den N. opticus op enkele van zijn proefdieren toe⁷⁾. Inderdaad bleek na dezen ingreep de nystagmus niet tot stand te komen. Op grond van deze proeven en enkele andere overwegingen (o.a. dat bij den pasgeborene geen nystagmus aanwezig is na het verblijf in het volledig donker van de uterus, en dat de slingernystagmus nooit voorkomt bij blinden) sloeg hij den naam „Dämmerungszittern” voor. Verder stelde Bartels vast, dat bij dieren, bij wie spontane oogbewegingen ontbreken, bijv. konijnen, geen donkernystagmus is op te wekken. Aan den anderen kant is echter ook niet bij alle dieren met spontane oogbewegingen donkernystagmus te verkrijgen, b.v. niet bij kraaien, die ook mogelijkheden van monoculaire bewegingen bezitten. Hij neemt de uitdrukking „Lichttonus” van Von Stein over; dit is dus de directe reflectoire invloed van het licht op den tonus der oogspieren¹¹⁾.

Bartels maakt, in tegenstelling tot Ohm, een scherp onderscheid tusschen den ruk- en den slingernystagmus op grond van verschillende feiten, b.v. het verdwijnen van de snelle phase in narcose.

Is de slingernystagmus eenmaal scherp van den ruknystagmus gescheiden, dan ligt het voor de hand naar analogieën te zoeken tusschen de verschillende vormen, waarin hij voorkomt, te meer omdat de groep van den slingernystagmus veel kleiner is dan die van den ruknystagmus. Bartels noemt de volgende vormen:

1. den physiologischen „pseudo-fixatie-nystagmus”,
2. slingernystagmus bij amblyopen,
3. id. bij mijnwerkers,
4. id. bij vergiftigingen,
5. id. bij aandoeningen van het centrale zenuwstelsel.

Op deze wijze beschouwd krijgt de mijnwerkersnystagmus met andere vormen verbanden, die weer aanleiding kunnen geven tot hypothesen over zijn ontstaan.

De hypothese, welke voortvloeit uit een verband met de physiologische onwillekeurige oogbewegingen bij fixatie, is niet nieuw. Zij is een uitbreiding van de theorie van Nuel, dat in het donker de dirigeerende functie van de fovea centralis op de oogbewegingen wegvalt en werd door verschillende auteurs in min of meer verschillende vormen uitgewerkt.

Aanvankelijk stelde men zich de fovea centralis praktisch als een punt voor, dat dus bij fixatie het oog dwong tot volkomen onbeweeglijkheid, zoodra uitwendige factoren als hoofdbewegingen waren buitengesloten. Het bleek, dat deze opvatting niet juist was. Dodge²⁷⁾ vond, dat zelfs bij uiterste inspanning tot fixatie onwillekeurige oogbewegingen optreden, die geheel onbewust blijven.

Dohlman²⁸⁾ analyseerde deze bewegingen nauwkeurig met behulp van zijn methode van nystagmographie. Hij vond twee soorten, één met zeer groote frequentie (3000—5400 per minuut) en kleine amplitude (minder dan 50"), en een andere, die slechts af en toe optreedt en een veel grootere amplitude (4'—30') heeft. Dohlman neemt aan, dat de snelle bewegingen direct met de innervatie samenhangen. Haar frequentie komt overeen met die, welke met den snaargalvanometer voor de actiestroomen gevonden worden. Deze hebben voor de geheele skeletmusculatuur een frequentie van 3000 en meer per minuut.*)

Zoowel Dodge als Dohlman staan op het stand-

*) In het artikel van Bartels: „Beobachtungen an Wirbeltieren und Menschen über unwillkürliche Augenbewegungen bei Störungen des Sehens", Mitteilung 2 (Klin. Monbl. f. Aughk. Bd. 80, 1928, p. 145) staat in het deel, waarin Dohlman's werk gerefereerd wordt, dat deze voor de kleinste oogbewegingen een frequentie van 300—540 per minuut vond. Na Dohlman's opvatting te hebben genoemd, dat deze in verband zouden staan

punt, dat de oude opvatting van de fovea centralis als puntvormig functioneel centrum een dwaling is. Voor de fixatie dient niet een punt, maar een gebied (wel „maculaschijf" genoemd), waarvan Öhrvall en Sundberg de grootte op 150 resp. 200 micron bepaalden, wat overeenkomt met een gezichtshoek van $\pm 46'$. Van deze schijf worden afwisselend verschillende plaatsen ingesteld, waartoe vermoeidheid van de functioneerende plaats de aanleiding is. Dohlman toonde aan, dat deze bewegingen groter worden, zoodra het fixatieobject van een zoo geringe vlakhelderheid wordt gekozen, dat het alleen paracentraal kan worden waargenomen. Hij vond dan bewegingen tot 80', dus groter dan de „maculaschijf". Blijkbaar breiden zij zich uit tot het circummaculaire gebied. Bartels¹²⁾ betreft deze proeven in zijn beschouwingen.

Bij den donkernystagmus van jonge katten en honden zouden zich op deze wijze de normale betrekkingen tusschen maculagebied en peripherie niet ontwikkelen en deze onwillekeurige oogbewegingen ingeslepen geraken, zoodat zij ook als de dieren uit het donker verwijderd worden geruimen tijd blijven voortbestaan. Wat den slingernystagmus betreft, dien men bij sommige amblyopen vindt, hierbij zou men zich kunnen voorstellen, dat de ziekte van het gezichtsorgaan werkt als verblijf in het donker. Men zou dan moeten verwachten, de afwijking het meest te vinden bij aandoeningen van de macula. Dit is echter niet het geval; den slingernystagmus vindt men het meest bij amblyopen met aandoeningen van

met de actiestroomen, voegt Bartels er aan toe: „Diese betragen aber nach Hoffmann 3000—18000 in der Minute".

In werkelijkheid noemt Dohlman als frequentie voor de genoemde oogbewegingen 50—90 per sec., dus 3000—5400 per min., wat zeer goed met de frequentie der actiestroomen overeenkomt. Bartels' cijfers berusten dus op een vergissing. Het doet mij genoegen, deze vergissing in naam van Prof. Bartels te mogen corrigeren.

den Nervus opticus, waarbij Bartels niet meedeelt, of hierbij al dan niet de axiale vormen overwegen. Natuurlijk blijft de mogelijkheid over, dat de ziekte, die de aandoening van den Nervus opticus veroorzaakte, tevens centrale afwijkingen ten gevolge had en dat deze de oorzaak waren van den nystagmus.

Wat den slingernystagmus bij vergiftigingen en aandoeningen van het centrale zenuwstelsel aangaat, Bartels heeft nooit de mogelijkheid, dat een chronische vergiftiging bij het ontstaan van den mijnwerkersnystagmus een rol speelt, willen loochenen. Deze vergiftiging zou dan haar invloed op de oogen via de veranderingen in het centrale zenuwstelsel uitoefenen.

Hij zag uitgesproken slingernystagmus bij chronische veronalvergiftiging en voert dit met het feit, dat slinger-nystagmus het geheele leven kan bestaan, aan als argument, dat deze waarschijnlijk als uitval- en niet als prikkelingsverschijnsel beschouwd moet worden.

Bartels stelt zich dus niet op een bepaald standpunt, doch houdt verschillende mogelijkheden in het oog. Ook de praktische kant van het vraagstuk had zijn belangstelling. Reeds lang is bekend, dat de subjectieve bezwaren van den mijnwerkersnystagmus niet evenredig zijn aan den objectieven ernst van het geval. Er zijn arbeiders, die jarenlang werken met een nystagmus, die reeds bij horizontale blikrichting optreedt, zonder zich van de afwijking bewust te zijn. Anderen geven daarentegen zeer heftige bezwaren aan, terwijl bij hen slechts door allerlei kunstgrepen, zooals hoofdschudden, rompbuigingen e.d. nystagmus is op te wekken, en dan nog slechts bij sterk naar boven zien. De ziektestatistieken geven dus geen aanwijzingen omtrent de frequentie van de afwijking.

Ook aan de oudere auteurs was dit bekend. Stassen vond b.v. bij het verlaten van de mijn bij dagploegen 29,5% nystagmus en bij de nachtploegen 10,9%. Van

deze getallen zijn de ziektecijfers slechts kleine fracties; verreweg het grootste deel van de arbeiders met nystagmus werkt door. Gaat men het aantal gevallen na, dat zich ziek meldt, dan vindt men bijna verbijsterende variaties. In 1923 bedroeg het aantal bij de Ruhrknappschaft ingeschreven nystagmuspatienten 31, in 1928 2194, terwijl in het eerstgenoemde jaar het aantal arbeiders bijna $1\frac{1}{2}$ maal zoo groot was als in het laatstgenoemde, een verschil van 0,01 en 0,85%! Daar het onwaarschijnlijk is, dat dergelijke verschillen de variaties in de werkelijke frequentie der ziekte weerspiegelen, heeft Bartels tezamen met Knepper in het Roergebied onderzoekingen ondergronds verricht, ten einde het aantal arbeiders na te gaan, dat met nystagmus doorwerkt¹³⁾.

Hij vond hierbij op den Minister Stein, een mijn, die voor een aanzienlijk deel vaste elektrische lampen had en hoge pijlers, bij 5,2% van de 1076 onderzochten nystagmus en op de Langenbrahm, die lage pijlers had en waar met benzinelampen gewerkt werd, bij 10,7% (van de 584 onderzochten).

Deze getallen zijn vele malen hoger dan de ziektecijfers, zoodat blijkt, dat slechts een zeer klein deel van de arbeiders met nystagmus zich ziek meldt. Economische factoren (vrees voor ontslag, relatief stijgen van de renten) spelen een zeer groote, welhaast beslissende rol in de nystagmusstatistieken der ziektefondsen.

Zoolang een zekere maatstaf om de validiteit in elk geval te kunnen bepalen ontbreekt, kunnen de controleerende geneesheeren niet anders doen dan zich aan den graad van de oogbewegingen houden. Bartels hoopt, dat de voortzetting van ondergrondse onderzoekingen tot betere maatstaven zal voeren.

Een onderzoeker, die den „lichttonus”, dus den directen reflectoiren invloed van het licht op den oogspiertonus, geheel wil elimineeren, is Kestenbaum^{14 15 16)}. Ook zijn theorie gaat uit van het wegvallen van

de dirigeerende functie van de fovea centralis bij verminderde verlichting. Echter is bij Kestenbaum deze theorie een speciale uitwerking van algemeene hypothesen over het mechanisme van de fixatie. Kestenbaum neemt aan, dat er normaliter van de macula lutea 4 reflexen uitgaan op het supranucleaire blikcentrum, één drijft den blik naar links, één naar rechts, één naar boven en één naar beneden. Het resultaat is de fixatie van het oog onder verhoogde spierspanning. Kunnen deze reflexen zich in het geheel niet ontwikkelen, b.v. bij een aangeboren totaal cataract, dan ontstaan dwalende oogbewegingen zonder systeem (zoogenaamde blindenoogbewegingen).

Krijgt de macula wel beelden, doch zijn deze onscherp (maculae corneae, aniridie, albinisme, etc.), dan ontstaat een slingernystagmus, des te sneller en kleiner, naarmate de visus beter is.

Alle vormen van nystagmus, die ontstaan door stoornissen in de fixatiereflexen, noemt Kestenbaum fixatienystagmus. Hiertoe rekent hij den latenten nystagmus (waarbij hij aanneemt, dat hier de homonyme reflexen onvoldoende ontwikkeld zijn, een theorie, die zéér veel lijkt op die van Van der Hoeve⁵⁰)), den nystagmus bij albinisme en congenitale afwijkingen, die met verminderden visus gepaard gaan, en den mijnwerkersnystagmus.

Het zwak verlichte kolenfront zou te weinig „aangrijpingspunten” voor de fixatie bieden. Op den duur zou een „inactiviteitsatrophie” van de foveale reflexen optreden, die vele jaren noodig heeft voor haar ontstaan.

Het is hier niet de plaats, om op de verdere eigenaardigheden van Kestenbaum's theorie — zijn denkbeelden over een „Einstellungs-” en een „Einschnapp-mechanismus” en zijn opvatting over de snelle phase als een resultante van instelbewegingen en spanningstoestanen in de adnexa van het oog enz. — in te gaan.

Het is duidelijk, dat men hier met een theorie te maken heeft, die in hoofdzaak een omschrijving van de feiten is.

Ook de „vergiftigingstheorie” heeft tot in den laatsten tijd aanhangers gevonden.

In 1923 uitte Robson⁵⁴) het vermoeden, dat het voornamelijk het koolmonoxydgehalte van de mijngassen, al dan niet tezamen met zwavelhoudende verbindingen (H_2S) is, dat den mijnwerkersnystagmus veroorzaakt. Zijn bewijsvoering was zeer zwak.

In 1936 publiceerde Zeiss¹¹⁸) de resultaten van zijn onderzoekingen ondergronds. Op de mijn „Dorstfeld” bij Dortmund vond hij op twee verschillende plaatsen bij 8,7% en 6,5% van de onderzochten nystagmus, getallen, die dus overeenstemmen met die van Bartels en Knepper. In Silezië vond hij een geheel ander type van mijnbouw. Doordat de lagen zeer dik zijn (6 m en meer), terwijl de harde niet bakkende kool practisch geen gasontwikkeling geeft, kunnen hier schijnwerpers voor de verlichting worden gebruikt, zoodat deze veel beter is dan in Westfalen. De arbeiders behoeven niet gebukt te werken, zij hebben zelfs ladders noodig door de groote hoogte van de pijlers.

In mijnen met dergelijke omstandigheden is nystagmus vrijwel onbekend; zoo vond Zeiss op de Gräfin Johanna op 440 arbeiders slechts 1 met duidelijken nystagmus.

Op de mijn Concordia gelijkt de toestand echter meer op dien in Westfalen: lagere pijlers (1,0 tot 1,6 m), verlichting met draagbare electrische lampen. Echter komt in de lucht geen methaan voor (tijdens Zeiss' bepaling, want vroeger hebben er wel explosies door mijngassen plaats gehad).

Op de „Glückhild” treft men weer dikke lagen aan en eveneens verlichting door draagbare electrische lampen, doch er is veel methaan (0,8%).

Uit de verhouding van de percentages nystagmus van

deze drie mijnen (resp. 0,45%, 3% en 7,4%) concludeert Zeiss, dat het minder de slechte verlichting dan de aanwezigheid van methaan is, die den nystagmus ten gevolge heeft.

Zeiss erkent, dat de proeven van Raudnitz bewijzen, dat verblijf in het donker nystagmus kan doen ontstaan, doch legt den nadruk er op, dat deze nystagmus slechts bij pasgeboren dieren is op te wekken. Voor het tot stand komen bij volwassen individuen is blijkbaar nog meer noodig.

Belangrijk is, dat Zeiss bij een aantal jonge mijnwerkers blepharospasmus vond zonder nystagmus, waaruit blijkt, dat Ohm's opvatting, dat deze afwijking slechts ernstige gevallen van mijnwerkersnystagmus compliceert, niet juist is. Verder wijst Zeiss er op, dat de aanwezigheid van veel kolenstof een zeer nadeeligen invloed op de verlichting heeft, zoodat bovengronds uitgevoerde photometrische bepalingen van weinig waarde zijn. Hij schenkt eveneens aandacht aan de verblindende werking van verscheidene typen van mijnlampen. De verblindende werking bij het verlaten van de mijn acht hij van weinig belang. Wat den invloed van gedwongen houdingen aangaat, op dit punt is hij door zijn jarenlange ondergrondse werk zeer sceptisch geworden. Op de Glückhilt zijn de lagen dik, ondanks de hooge pijlers is er veel nystagmus. Daarentegen komt in de Mansfelder „Kupferschieferbau” geen nystagmus voor, terwijl hier de arbeiders hun werk in de ongemakkelijkste posities, die men zich denken kan, moeten verrichten. Zoo moeten zij b.v. een wagentje voor het transport van de steen („Mansfelder hond”) kruipend met een voet achter zich aan sleepen.

In dit overzicht is kritiek op de genoemde opvattingen vrijwel geheel achterwege gelaten. Deze vindt men in het hoofdstuk: Theoretische beschouwingen over de aetiologie van den mijnwerkersnystagmus en de adaptatiestoornissen.

HET ZIEKTEBEELD.

In het historisch overzicht kwam reeds hier en daar de omtrek van het ziektebeeld naar voren. Hier mogen de verschillende symptomen aan een nadere beschouwing worden onderworpen.

De Engelsche onderzoekers uitgezonderd, is men het nystagmus. er over eens, dat het verschijnsel, waaraan de ziekte haar naam dankt — de nystagmus — voorop gesteld moet worden.

Wat zijn de eigenschappen en kenmerken van dezen nystagmus? Is hij van een zoo uitgesproken eigenaardigheid, dat het mogelijk is, hem met voldoende zekerheid van andere vormen te onderscheiden?

Deze vraag moet bevestigend beantwoord worden. De aard van de oogbewegingen: enkelvoudig of samengesteld oscilleerend (dus niet rukvormig) en haar eigenschap, alleen op te treden resp. toe te nemen bij naar boven zien, scheidt dezen vorm reeds direct van de meeste andere soorten van aangeboren en verkregen nystagmus. De physiologische vormen van nystagmus — de vestibulaire door passieve bewegingen en calorische of galvanische prikkeling, de optokinetische — kan men buiten beschouwing laten. Van de pathologische vormen is verreweg het grootste deel rukvormig. De eerste plaats wordt hier ingenomen door den labyrinthairen nystagmus. Dit prototype van den ruknystagmus zal practisch nooit aanleiding geven tot ernstige moeilijkheden bij de differentiaal diagnose. Hetzelfde geldt natuurlijk voor de centrale vormen van vestibulaire nystagmus. Deze groep is zeer groot; vele gevallen van nystagmus bij multipele

sclerose, syringobulbie, misschien ook die bij de Friedrichsche ataxie behoren hiertoe. Tegenwoordig wordt ook die bij cerebellumaandoening geacht te ontstaan door laesie van de vestibulaire kernen, speciaal den nucleus Deiters¹⁵⁾. Ook bij de andere soorten van nystagmus van centralen oorsprong is de slingernystagmus zeldzaam. Bartels nam eenige gevallen waar bij encephalitis¹²⁾, één bij een zuigeling (hierbij waren tevens tremor van het hoofd en snelle bewegingen van de bovenste oogleden aanwezig), een ander bij een lijder aan Parkinsonisme van middelbaren leeftijd.

Meer ziet men den oscilleerenden of undulatoiren nystagmus bij aangeboren of vroeg verkregen afwijkingen van het gezichtsorgaan. Meestal zullen deze vormen bij de differentiaaldiagnose niet in aanmerking komen; de zichtbare afwijkingen en de gebrekkige gezichtsscherpte van totaal-kleurenblinden, albino's, personen met aangeboren cataract, aniridie en dergelijke, zijn gewoonlijk zoo evident, dat deze individuen niet ondergronds worden toegelaten. Doch het is duidelijk, dat hier overgangsgevallen bestaan en bovendien blijven die gevallen over, waarbij het oog geen zichtbare veranderingen vertoont. Meestal zijn de oogbewegingen hierbij niet van een zoo zuiver undulatoiren aard als bij den mijnwerkersnystagmus en het karakteristieke symptoom, het toenemen bij naar boven zien, behoort tot de hooge uitzonderingen. Ik zag het in twee gevallen, éénmaal bij een kind van 4 jaar met cataracta centralis congenita, éénmaal bij een jongen van 12 jaar met congenitalen nystagmus zonder verdere oogafwijkingen. Deze jongen liep met het hoofd achterovergebogen, zooals ook soms bij mijnwerkers wordt gezien.

Staat de apparatuur ter beschikking, dan kan men nystagmographisch de individuele eigenaardigheden van ieder geval veel nauwkeuriger bestudeeren dan met de gewone inspectie mogelijk is. Verscheidene gevallen van

schijnbaren slingernystagmus blijken nystagmographisch een langzame en een snelle phase te bezitten. Ohm^{78, 85)} gaf aan, dat de optokinetische nystagmus bij de mijnwerkers tijdens een aanval ontbreekt, doch overigens normaal aanwezig is, terwijl hij bij de totaal-kleurenblinden verminderd is. In de praktijk zal echter de arts, die het beeld kent, slechts zelden deze meer gecompliceerde diagnostische methoden noodig hebben.

Wat de baan der oogbewegingen aangaat, deze is reeds vele malen zoo uitvoerig beschreven, dat een gedetailleerde bespreking overbodig is. Een zuiver horizontale nystagmus behoort, evenals de zuiver verticale, tot de uitzonderingen. Vaak ziet men deze beide gecombineerd, zoodat een beweging ontstaat, die men het beste als circumductienystagmus bestempelt. Hierbij beschrijft de top van de cornea een cirkelvormige of ovale baan; cirkelvormig, indien de horizontale en de verticale component even groot zijn, ovaal, wanneer een van beide overweegt.

Meestal voegt zich bij de circumductie een rotatoire beweging. Hier wordt de uitdrukking „rotatoire beweging” in engeren zin genomen en daarmee alleen de asdraaiing van het oog bedoeld, waarbij dus de top van de cornea stil staat. Ik kan niet de meening van Ohm bevestigen, dat de baan van de oogbewegingen vaak een constante is, min of meer specifiek voor den patient en dikwijls jaren lang gelijk blijvend. In de enkele gevallen, die door mij aan een nystagmographisch onderzoek werden onderworpen, vond ik juist, dat de baan ieder oogenblik wisselt en dat, ofschoon een zekere grondvorm onmiskenbaar is, er geen twee stukken uit de curve volkomen gelijk zijn, zooals ook door Wiedersheim¹³⁾ reeds in 1928 werd aangegeven. Hoewel Ohm's nystagmographisch materiaal enorm groot is, meen ik toch tot deze vaststelling gerechtigd te zijn, daar ik de gelegenheid had, deze nystagmographieën in

zeer volmaakten vorm te laten verrichten, zoodat alle componenten, verticale, horizontale en rotatoire, nauwkeurig gemeten konden worden, wat bij Ohm's methode van nystagmographie niet mogelijk is.*)

De frequentie van den mijnwerkersnystagmus is van geval tot geval verschillend. Ohm⁸²⁾ vond waarden tusschen 180 en 410 per minuut, soms zelfs nog hoogere, tot 840 toe! Meestal vindt men de frequentie tusschen 200 en 300 per minuut. De amplituden zijn in het algemeen kleiner dan 0,3—0,4 mm volgens denzelfden schrijver.

Reeds lang is bekend, dat de mijnwerkersnystagmus niet geassocieerd behoeft te zijn. Dit is een feit van fundamenteel belang voor de theorie. Men kan allerlei combinaties vinden; een zeer veel voorkomende is: twee ovale banen met verschillend gerichte assen, doordat op het eene oog de horizontale bewegingen overwegen, op het andere de verticale.

Ook de amplitude der bewegingen kan op de beide oogen verschillend zijn. Zelfs kan één oog nystagmus vertoonen, terwijl deze op het andere oog ontbreekt. Stassen¹⁰³⁾ kwam echter tot de overtuiging, dat, indien men het onderzoek voldoende herhaalt, op den duur toch altijd ook een geringe nystagmus aan de zijde,

*) Ohm heeft namelijk vastgehouden aan de hefboommethode. In het algemeen bevestigt hij den hefboom met garen en kleefstrook aan het bovenlid. Het is duidelijk, dat de op deze wijze geschreven curve over de richting der oogbewegingen niets zegt. In sommige gevallen bracht hij het einde van den hefboom weliswaar in direct contact met de conjunctiva⁷⁵⁾, doch dit verandert niets aan het feit, dat men met het adopteren van de hefboommethode van het nauwkeurig registreren van de richting van de oogbewegingen afziet. Ohm is dus aangewezen op de waarneeming met den corneamicroscop, die hij vereenvoudigt, door wat calomelpoeder op de cornea te brengen. Deze methode kan echter, door de groote frequentie der oogbewegingen, nooit zoo nauwkeurig zijn als de later te beschrijven nystagmographische methode.

waar deze scheen te ontbreken, kan worden aangetoond. Ohm vond een ander fundamenteel feit, nl. dat, hoe de baan en de amplitude op de beide oogen ook mogen verschillen, de frequentie toch altijd gelijk is.

Voor de pathogenese zijn dit twee feiten, die niet over het hoofd gezien mogen worden.

Allerlei factoren beïnvloeden den mijnwerkersnystagmus. De drie voornaamste zijn: de blikrichting, de houding en beweging van hoofd en romp en de verlichting. Het optreden, respectievelijk toenemen van den nystagmus bij naar boven zien kwam reeds ter sprake. Hieraan mag toegevoegd worden, dat, indien men den blik weer gaandeweg naar beneden laat richten, de nystagmus niet bij dezelfde blikrichting verdwijnt, waarbij hij is opgetreden, doch lager. Dit is van belang, omdat de beoordeeling van den ernst van het geval op het continent veelal geschiedt naar de blikrichting, waarin de nystagmus optreedt.

Ohm onderscheidt een absoluut en een relatief „Zitterfeld”. De grens van het eerste wordt aangegeven door de punten, waar nystagmus optreedt, als de oogen gaandeweg naar boven worden bewogen, die van het tweede door de blikpunten, waar de nystagmus ophoudt bij het langzaam naar beneden zien. Ohm bepaalt dit niet alleen in het sagittale vlak, doch ook in zijdelingsche blikrichtingen. Het verschil tusschen relatief en absoluut nystagmusveld noemt hij „Differenzwinkel”. Hij stelt voor, bij een keuring voor „de richting, waarin de nystagmus optreedt” die blikrichting te nemen, welke dezen hoek halveert.

Het optreden bij naar boven zien is een constant verschijnsel van den mijnwerkersnystagmus, zóó constant, dat in de gevallen, waar het ontbreekt, de mogelijkheid, dat men met een anderen vorm van nystagmus te maken heeft, ernstig moet worden overwogen.

De invloed van de houding, resp. beweging van hoofd

en romp is zeer aanzienlijk. Heel dikwijls ziet men gevallen, waarin het naar boven richten van den blik alleen niet voldoende is om nystagmus op te wekken, doch waarbij deze oogenblikkelijk ontstaat, als men den patient eenige malen voorover laat bukken of snel het hoofd heen en weer bewegen. De invloed van deze manipulaties is in het algemeen zelfs grooter dan die van verblijf in het donker.

In hun reactie op bepaalde lichaamshoudingen gedragen zich verschillende lijdens aan mijnwerkersnystagmus zeer uiteenlopend. Er zijn er, die alleen nystagmus vertoonen bij het buigen van het hoofd op den linkerschouder, andere alleen in buikligging, enz. De patienten kennen de eigenaardigheden van hun geval meestal zeer goed en maken er bij keuringen een ruim gebruik van.

De invloed van het licht blijkt op verschillende wijzen. Geen onderzoek van een geval van mijnwerkersnystagmus is volledig, als men den patient niet eenigen tijd in het donker heeft laten verblijven. Weliswaar is de werking in doorsnede geringer dan van hoofd- en rompbewegingen, zooals boven reeds werd aangegeven, echter is dit in enkele gevallen omgekeerd. Ook hier bestaan groote individuele verschillen.

Ohm heeft den invloed van licht en donker uitgebreid nagegaan met zijn nystagmographische methode. In het algemeen wordt door het licht de frequentie grooter, de amplitude kleiner. Daar men hetzelfde ziet bij het einde van een aanval, moet men van een vermindering van den nystagmus spreken.

Hierbij moge opgemerkt worden, dat de werking van een plotseling optredend fel licht, dat verblindende veroorzaakt, soms juist tegengesteld is. Ik zag eenige gevallen, waarin heftige nystagmus optrad, als de patient met het hoofd in het lichtadaptatieapparaat werd gebracht (de verlichting van het pupilvlak was hierin 3000

lux). Deze werking van verblindende verlichting, door Dransart reeds vermeld, vindt men bij latere schrijvers zelden genoemd, doch is zeker een belangrijk feit.

Enkele andere factoren, die den nystagmus beïnvloeden, mogen hier verder slechts kort worden vermeld.

Soms is het mogelijk, door hulpmiddelen, waardoor de duidelijkheid van het zien verminderd, of de samenwerking der beide oogen verbroken wordt, nystagmus op te wekken.

Zoo b.v. door het voorzetten van sterke positieve glazen, het bedekken van één oog, het voorzetten van prismata e.d. Convergentie en accommodatie doen den nystagmus in intensiteit afnemen, soms zelfs geheel verdwijnen. Ook de lidslag zou deze werking hebben (Ohm⁷⁸).

Voor het opwekken van nystagmus kent Bartels¹³) bovendien waarde toe aan manipulaties, die een veneuze stuwung in het hoofd veroorzaken. Hij wil de werking verklaren uit een verhooging van den druk van den liquor cerebro-spinalis.

Reeds vroeg werden bij de ziekte clonische trekkingen in de oogleden beschreven, soms in den vorm van een uiterst frequenten lidslag, soms als fijne trekkingen, die meer aan een tremor doen denken. Dit symptoom is verre van constant. Ik zag het slechts in 8% van de gevallen duidelijk aanwezig. Stassen noemt een nog lager cijfer: 5—6%. Evenwel speelt de opvatting van den onderzoeker een groote rol bij deze cijfers, daar er veel gevallen voorkomen, waar men het symptoom even vindt aangeduid, zoodat er verschil van meening over kan bestaan, of men reeds met een afwijking te doen heeft, die een aparten naam verdient.

Meestal wordt de blepharospasmus genoemd als een verschijnsel van de ernstige gevallen. In dit opzicht is de mededeeling van Zeiss¹¹²) interessant, die bij zijn ondergrondse onderzoekingen bij sommige jonge mijn-

Blepharospasmus.

werkers blepharospasmus vond, terwijl er (nog?) geen nystagmus was op te wekken.

Bij verscheidene gevallen van mijnwerkersnystagmus met blepharospasmus kan men zich niet aan den indruk onttrekken, dat hierbij psychische en neurotische factoren een groote rol spelen. Soms blijven de oogleden van den patient tijdens een gesprek geruimen tijd rustig, doch zoodra de arts aanstalten maakt tot inspectie over te gaan, gaat de man zoo heftig knipperen, dat het onmogelijk is, iets van eventueele oogbewegingen waar te nemen. Een afleidend gesprek heeft dan vaak spoedig succes. In het algemeen ziet men blepharospasmus voornamelijk bij de nerveuze typen onder de lijders aan mijnwerkersnystagmus.

Men mag evenwel niet zoo ver gaan, dit symptoom louter door nerveuze invloeden veroorzaakt te achten. Daartegen pleit, dat het ook aanwezig kan zijn bij den donkernystagmus van dieren en van jonge kinderen.

Tremoren. Dit symptoom komt nog minder voor dan de blepharospasmus. Het meest ziet men tremor van het hoofd en van de handen. Van Engelsche zijde wordt op dit verschijnsel meer de nadruk gelegd dan door andere onderzoekers; waarschijnlijk is dit een gevolg van de Engelsche wetgeving.

Evenals blepharospasmus blijken ook tremoren bij het beeld van den donkernystagmus te behoren, daar zij ook worden waargenomen bij dien van jonge kinderen en dieren. Bij de eersten zelfs in die mate, dat het beeld er zijn naam — spasmus nutans — aan ontleent. Hier treedt het schudden van het hoofd op vóór de nystagmus en verdwijnt later dan deze.

Abnormale lichaams-houding. Soms herkent men den lijder aan mijnwerkersnystagmus reeds aan den gang. Hij loopt stijf rechtop of zelfs achterover; daarbij is het hoofd achterover gebogen, zoodat de blik, om voorwerpen op gezichtshoogte te kunnen zien, naar beneden gericht moet worden.

Het doel van deze houding, nl. den blik zooveel mogelijk buiten het „nystagmusveld” houden, is zoo duidelijk, dat dit verschijnsel eigenlijk niet den naam van een apart symptoom verdient; het is een willekeurige compensatiemethode.

Verdere objectieve symptomen.

Als verdere objectieve symptomen worden door de Engelsche auteurs nog genoemd: ataxie, veranderingen in de reflexen, frequente pols en door Robson bovendien overprikkelijkheid van het vestibulairapparaat.

De onderzoekers van het continent zijn het er echter vrijwel allen over eens, dat deze verschijnselen niet tot het beeld van den mijnwerkersnystagmus gerekend moeten worden, doch een gevolg zijn van de te ruime begrenzing van de ziekte door de Engelschen.

Wat de overprikkelijkheid van het vestibulairapparaat aangaat, ook Ohm, die toch aan de vestibulaire factoren zooveel gewicht hechtte, erkende in „Augenzittern als Gehirnstrahlung”, dat deze met de huidige onderzoekingsmethoden niet is aan te toonen.

Het is mij ook niet gelukt, bij nauwkeurige vestibulairproeven eenige afwijking van beteekenis te vinden. Het neurologisch onderzoek leverde eveneens een negatief resultaat op.

Subjectieve symptomen. Zeiss geeft voor de subjectieve symptomen de volgende verdeeling (bij 67 arbeiders met nystagmus, die het werk niet gestaakt hadden):

		op het aantal dat bezwaren heeft
Geen bezwaren	42%	—
Schijnbewegingen	35%	60%
Flikkeringen, schemer voor de oogen, wazig zien	12%	21%
Hoofdpijn	8,8%	15%
Duizeligheid	4,4%	7,5%

Het feit, dat een groot deel van de lijders aan mijnwerkersnystagmus geen bezwaren heeft, komt hier weer

duidelijk tot uiting. Ohm, een der weinige onderzoekers, die meent, dat dit onjuist is en dat het de finantieele gevolgen zijn, die de arbeiders hun bezwaren doen verzwijgen, komt tot deze meening op grond van zijn spreekkamer-materiaal. In 97% van de gevallen van nystagmus kwamen de arbeiders wegens hun bezwaren, slechts in 3% werd de afwijking toevallig gevonden. Deze getallen mogen echter niet vergeleken worden. De nystagmuslijders met bezwaren gaan uit den aard van de zaak voor het grootste deel naar een oogarts, van die zonder bezwaren slechts het deel, dat toevallig andere oogafwijkingen heeft. Zoo beschouwd, is 3% nog zeer aanzienlijk.

Dat de schijnbewegingen het frequentste symptoom vormen, geldt ook voor de door mij onderzochte Nederlandsche mijnwerkers. In Engeland is dit anders. Roche b.v. plaatst de duizeligheid op den voorgrond. Het kan niet verbazen, dat in Engeland de klacht over schijnbewegingen minder gehoord wordt, als men in het verslag van Millais Culpin over een willekeurige groep van 36 personen, die rente trekken wegens „nystagmus”, leest, dat bij 22 de onwillekeurige oogbewegingen ontbraken.

Ik vond bij onderzoek van 25 mijnwerkers, die zich wegens hun nystagmus ziek gemeld hadden:

Schijnbewegingen bij allen	(100%)
hoofdpijn bij 19, waarvan bij 7 zeer hevig	(76%)
duizeligheid bij 16	(64%)
diverse klachten over slecht zien bij 4	(16%)

Deze getallen zijn uit den aard der zaak hooger dan de cijfers van Zeiss, die betrekking hebben op met hun nystagmus doorwerkende arbeiders. Ofschoon de aantallen te klein zijn voor definitieve gevolgtrekkingen, kan men uit de vergelijking toch met groote waarschijnlijkheid afleiden:

- 1^o. dat mijnwerkersnystagmus niet altijd aanleiding behoeft te geven tot subjectieve bezwaren; ook de schijnbewegingen kunnen ontbreken;
- 2^o. dat schijnbewegingen van niet te groote intensiteit een arbeider niet ongeschikt voor zijn werk behoeven te maken;
- 3^o. dat het in de perioden van subjectieve verergering vooral de hoofdpijn en de duizeligheid zijn, die toenemen.

Schijnbewegingen kunnen bij alle richtingen van den nystagmus optreden, ofschoon uit de cijfers van Zeiss blijkt, dat de verticale nystagmus meer bezwaren veroorzaakt dan die met horizontale of ovale baan.

De hoofdpijn zetelt vaak laag in het voorhoofd, vlak boven de oogen, soms daarentegen juist in achterhoofd en nek. In enkele gevallen is dit het meest kwellende symptoom, dat geen dag ontbreekt en den slaap stoort.

Ofschoon duizeligheid in een aanzienlijk percentage werd aangegeven, was deze in de door mij waargenomen gevallen niet van groote intensiteit. Meestal treedt dit symptoom voorbijgaand op, na bukken of bij naar boven zien; slechts zelden is het zoo sterk, dat de man zich vast moet houden.

Klachten over slecht zien (schijnbewegingen daargelaten) staan niet op den voorgrond. De visus, bepaald op een tijdstip, waarop geen nystagmus bestond, bleek bij mijn patienten, na correctie van eventueele refractie-anomalieën gemiddeld 0,9 te bedragen.

Verwonderlijk is, dat Bartels vond, dat ook tijdens den nystagmus normale gezichtsscherpte kan blijven bestaan, zelfs in een niet onbelangrijk aantal gevallen. Dit wekt vooral bevreemding, als men de bevindingen bij den nystagmus latens hiertegenover stelt.

Bij den nystagmus latens zijn alle psychische factoren, die met rente en keuring samenhangen, uitgeschakeld.

Het is hierbij wel mogelijk, bijna normalen visus op één oog te vinden, doch dan is de nystagmus ook zoo gering, dat hij nauwelijks met het bloote oog kan worden waargenomen. Zoodra de nystagmus eenigszins duidelijk is, vindt men een visus, die veel lager is en meestal 0,25—0,3 niet overschrijdt.

Ohm is tot een geheel andere conclusie gekomen dan Bartels. Niet alleen is de visus tijdens den mijnwerkersnystagmus altijd gestoord, doch ook laat zich volgens Ohm de grootte van deze stoornis uit de baan en de amplitude van de oogbewegingen schatten.

Het is mij niet gelukt, een geval te vinden, waarin tijdens den nystagmus normale visus bestond; echter mag weer niet uit het oog verloren worden, dat het steeds personen betrof, die zich ziek gemeld hadden en zich dus van hun nystagmus bewust waren. Meestal vond ik een visus tusschen 0,1—0,25.

Gezichtsveldbeperking, een symptoom, waaraan verscheidene Engelsche auteurs zooveel gewicht hechten (Cridland, Haycraft^{34, 35}), wordt in andere landen niet gevonden. Bij de arbeiders, die ik hierop onderzocht, vond ook ik het gezichtsveld steeds normaal.

Psychische veranderingen komen bij mijnwerkersnystagmus zeker voor. Bij welke ziekte, die een geruimen tijd arbeidsongeschiktheid kan meebrengen, is dit niet het geval? Vooral zijn zij uitgesproken bij de arbeiders, die reeds maanden een ziekenkaart hebben en niet bovengronds te werk gesteld zijn. Het doellooze thuiszitten en niets doen heeft een zeer duidelijken invloed. Een andere vraag is echter, of men de psychische veranderingen direct aan de noxe mag toeschrijven, die de ziekte veroorzaakt, zooals vele Engelsche schrijvers doen. Dit is zeker niet het geval. Een statistiek als die van Millais Culpin (Third Report of the Miners' Nystagmus Committee), bedoeld om aan te toonen, hoe zeer de psychische veranderingen door het beeld van

den mijnwerkersnystagmus heen gewezen zijn, pleit eigenlijk voor het tegendeel. Er blijkt nl. uit, dat bij de gevallen zonder abnormale oogbewegingen de psychische veranderingen sterk zijn, terwijl deze bij nystagmuslijders in engeren zin ontbreken of gering zijn. Er is dus een negatieve correlatie tusschen de abnormale oogbewegingen en de psychische veranderingen in deze statistiek, die er direct op wijst, dat men hier met twee ziektebeelden te maken heeft.

Ten einde op verschillende symptomen nader in te gaan, onderzocht ik 8 lijders aan mijnwerkersnystagmus uitgebreid. Deze werden niet alleen volledig oogheelkundig, doch ook otologisch, intern en neurologisch onderzocht. Vooral werd aandacht geschonken aan de vestibulaire reacties.

Prof. G. G. J. Rademaker en Dr. J. W. G. ter Braak waren zoo vriendelijk den per- en postrotatoiren nystagmus van de verschillende canales semicirculares nauwkeurig na te gaan. Collega H. Navis dank ik de calorische proeven en het verdere otologische onderzoek.

Daar de resultaten bij de 8 patienten slechts in onbetekenende details van elkaar afweken, moge hier slechts één status als voorbeeld volgen:

STATUS van L. J. R. 35 jaar, houwder.

Nationaliteit: Nederlander.

Anamnese: Hoe lang nystagmus? 2½ jaar, heeft nu 4½ maand ziekteverlof.

Hoe lang in de mijnen? 18 jaar ondergronds.

Weer terug geweest in de mijn en recidief? Neen.

Ander werk verricht? Neen.

Subjectieve bezwaren:

Zoodra het donker wordt, krijgt patient last, dat alles gaat draaien. Dat treedt niet alleen 's avonds op, doch ook, als het mistig of regenachtig weer is.

Thuis heeft hij er eveneens last van, als de lamp op is.

Wanneer de oogen rustig zijn, is het zien goed, behalve als hij lang op de krant kijkt. Hij heeft vaak hoofdpijn, toch is dat al minder erg dan het geweest is. In den beginne kon hij er niet van slapen. De pijn zat laag in het voorhoofd, boven de oogen, soms trok het tot in den nek aan toe. Nooit duizelig geweest. Bij het verlaten van de mijn was hij den laatsten tijd erg verblind; daar had hij vroeger nooit iets van gemerkt. Hij heeft nog steeds veel last, als de zon helder schijnt; trekt dan de pet diep in de oogen. Bij afdalen bemerkte hij niet, dat het langer duurde dan vroeger, voor hij aan het donker gewend was.

Patient heeft tot voor vier jaar met benzinelampen gewerkt, omdat hij voorman was en de mijngascontrôle moest verrichten. Daarna met electrische handlampen, nooit met vaste pijlverlichting. De benzinelampen waren het beste: „da kon men ruhig drin gucken, da tut niet weh”. Heel onaangenaam vindt hij op den duur het werk met den „Abbauhammer”, het schokken is hinderlijk en maakt onrustig.

Diepte waarop gewerkt is: vrijwel altijd op de 250 m verdieping.

Alcohol: alleen 's Zondags een paar glazen bier.

Nicotine: rookt niet anders dan pijpen, $\frac{1}{2}$ ons tabak per week.

Familie-anamnese: zijn vader heeft 32 jaar ondergronds gewerkt en één van zijn broers is er nu ongeveer 15 jaar werkzaam, doch geen van beiden heeft ooit last van de oogen gehad.

Verdere en/of vroegere ziekten: geen.

ONDERZOEK: (Helder daglicht, zittende houding).

Alleen bij naar boven zien treedt een circumductienystagmus op van vrij kleine amplitude. De frequentie (met den oogspiegel bepaald) varieert van 210 tot 240 per minuut. De baan is op het rechter oog bij benadering cirkelvormig, op het linker oog ovaal met een naar temporaal-boven schuin staande as.

Nystagmusveld: (tangententafel op 1 m).

absoluut: 35 graden boven de horizontaal.

relatief: 15 graden boven de horizontaal.

Nystagmus bij ophtalmoscopie: baan en frequentie zie boven.

Corneamicroscoop: de baan van het rechter oog is ook ovaal, de as staat vrijwel zuiver verticaal.

Teekening van de schijnbewegingen door patient: in den aanvang cirkelvormig, later meer en meer ovaal.

Visus buiten het nystagmusveld:

V.O.D. = 9/10 r. V.O.S. = 10/10. V.O.O. = 10/10.

Visus tijdens den nystagmus: V.O.O. = 2/10 f.

Tremor van het hoofd: afwezig.

Blepharoclonus: even aangeduid, bij naar boven zien toenemend.

Invloed van verblijf in het donker: de nystagmus neemt duidelijk toe, is nu ook in de horizontaal aanwezig.

Schudden van het hoofd: sterke toeneming van den nystagmus, vergroting van de amplitude, het nystagmusveld breidt zich tot onder de horizontaal uit.

Diepe kniebuigingen: invloed iets minder sterk.

Rugligging: ook bij naar boven zien is nauwelijks nystagmus op te wekken.

Bulkligging: de nystagmus wordt sterker, is nu ook in de horizontaal aanwezig.

Zijligging: rechts — toeneming van den nystagmus, doch niet zoo sterk als door buikligging.
links — idem.

Compressie van de Vv. jugulares: weinig invloed.

Bril van Bartels: de nystagmus wordt langzamerhand sterker, bij den unduleerenden circumductie-nystagmus ontstaat een ruknystagmus, die naar links en boven gericht is.

Rookglazen: geen invloed.

Invloed van fixatie en convergentie: als door naar boven zien nystagmus opgewekt is, kan men dezen weer tot verdwijnen brengen door strak één punt te laten fixeeren, dat binnen 1 m afstand gelegen is. Of dit alleen een quaestie van accommodatie en convergentie of ook van aandacht is, valt niet uit te maken.

Verdere ophtalmologische gegevens:

Refractie: H $3/4$ D. Cornea-astigmatisme: $1/4$ D max. V.

Behalve de nystagmus uitwendig geen afwijkingen, fundi normaal, in roodvrij licht blijkt het macula-geel duidelijk aanwezig te zijn.

Phorie: op 5 m: esophorie 1 op 25 cm exophorie 8.

Convergentie: 12 meterhoeken!

Accommodatie: O.D. = 6 D O.S. = 6 D

Binoculair zien: intact.

Kleurenzin: enkele onsystematische fouten in den centralen kleurenzin. Stilling en Ishihara normaal.

Gezichtsvelden en blinde vlekken: normaal.

Adaptatie: gestoord, drempelwaarde na 50 min. 1,4 milliardste lamberts.

Lengte van den patient: 1,76 m.

Intern onderzoek: even palpabele thyreoidea, geen exophthalmus, pols 70. Bloeddruk 130/75. Percussie en auscultatie geen afwijkingen. Urine normaal.

Neurologisch onderzoek: Lasègue links positief, verder geen bijzonderheden. De reflexen zijn normaal.

Vestibulair onderzoek:

Rechter oor: trommelvlies normaal.

Linker oor: trommelvlies wat dof met een atrophisch plekje, geen lichtreflex, iets ingetrokken, hamersteel horizontaal.

Gehoor: beiderzijds K +

Romberg: negatief.

Wijsproef: niet geheel betrouwbaar, wijkt beiderzijds naar buiten af.

Draaiproeven:

voor de proef trad weer door den unduleerenden circumductienystagmus heen een ruknystagmus naar links en boven op, toen de bril van Bartels opgezet werd. Hoofd 30° naar voren gebogen: duidelijke per- en postrotatoire nystagmus, zoowel naar links als naar rechts.

Bij ligging op de rechterzijde is de spontane ruknystagmus zeer duidelijk, wordt onder het draaien vrijwel zuiver verticaal.

Bij ligging op de linkerzijde is de spontane ruknystagmus veel geringer. Ook de perrotatoire nystagmus is iets zwakker dan bij liggen op de rechterzijde.

Hoofd achterover gebogen: normale rotatoire nystagmus in beide richtingen, zoowel per- als postrotair.

Samenvatting: behalve verschil in intensiteit tusschen den verticalen perrotatoire nystagmus bij

ligging op de rechter- en linkerzijde geen bijzonderheden. De oorzaak van dit verschil is waarschijnlijk de spontane ruknystagmus met verticalen component, die bij liggen op de rechterzijde sterker is dan bij liggen op den anderen kant.

Calorische Nystagmus: 20 cc. koud water in de rechter gehoorgang geeft duidelijk ruknystagmus naar links. Romberg en wijsproef dubieus.

20 cc. koud water in de linker gehoorgang veroorzaakt duidelijk nystagmus naar rechts.

Romberg en wijsproef dubieus.

Een bijzondere plaats moet ingeruimd worden voor die groep van symptomen, welke men het best samenvat als adaptatiestoornissen en lichtschuwheid.

Reeds eerder werd vermeld, dat Nieden de hemeralopie het meest opvallend symptoom noemde en zelfs aanvankelijk hierin de oorzaak van den nystagmus zocht. Toen hij inzag, dat deze hemeralopie slechts schijnbaar was, doordat het donker de onwillekeurige oogbewegingen bevordert, beteekende dit op dat moment een stap vooruit. In een verdere ontwikkelingsfase van de kennis van de ziekte is echter de vraag gewettigd, of er toch, naast deze schijnbare hemeralopie, een werkelijke bestaat. Uit den aard der zaak moet deze anamnestic meestal moeilijk zijn op te nemen, daar zij als het ware overdekt wordt door de schijnbare hemeralopie. Veel feiten pleiten er voor, dat er inderdaad ook een echte hemeralopie bij de ziekte aanwezig is. Hierbij moeten de adaptatiestoornissen in den ruimen zin genomen worden, niet alleen zich uitend in een abnormale visusvermindering bij afnemende verlichting, doch als stoornissen in de aanpassing aan wijzigingen in de verlichting in beide richtingen en dus het meest dáár tot uiting komend, waar in een ruimte sterke contrasten bestaan

en van het oog gevergd wordt, zich telkens aan zeer verschillende vlakhelderheden aan te passen.

Stassen onderscheidt naar deze verschijnselen zelfs apart den „retinalen vorm”. Zij treden reeds vóór den nystagmus op en blijven gedurende de ziekte bestaan. Hij geeft als een veel voorkomende uitlating van de mijnwerkers met nystagmus:

„Si, par hasard, le soir nous sortons d'une pièce éclairée, nous errons à l'aventure, car nous distinguons difficilement les objets. Après un temps relativement long, la vue revient cependant progressivement et quand nos yeux sont habitués à l'obscurité nous pouvons alors nous diriger sans trop de difficultés.”

Hier volgen eenige klachten van Nederlandsche patienten:

„Altijd als ik tegen licht in moet kijken, is het veel erger. Het behoeft geen lamp te zijn, ook naar het raam kijken is al onaangenaam. Als ik uit de lift kwam, kon ik in de steengangen eerst niets zien; ik moest wel 400 meter loopen, voor ik de dingen ging onderscheiden. Als het buiten triest weer was, had ik daar minder last van.”

„Bij zonneschijn is het zien veel slechter, de oogen steken dan. Het duurt erg lang, voor ik aan het donker gewend ben; soms loop ik tegen een wagen op, als ik uit de lift kom.”

„Als donker en licht snel op elkaar volgen, zie ik niets.” (Op de kliniek liep patient, die een visus van 0,9 heeft en pas bij eenigen tijd naar boven kijken nystagmus krijgt, toen hij van de goed verlichte zaal in de matig verlichte gang kwam, tegen een bank op.)

„Toen ik thuis met thrombose in het been had gelegen, kreeg ik het zoo erg aan de oogen, dat ik zelfs in

„huis niet tegen het daglicht kon. Ik moest de gordijnen „half dicht trekken. Het electrische licht 's avonds kon „ik heelemaal niet verdragen, ik stak de oude petro- „leumlamp aan en als ik die achter mij zette, kon ik „tenminste iets onderscheiden.”

(Hierbij dient vermeld, dat deze patient een kalmen en betrouwbaren indruk maakte en b.v. de onaangename procedure van de nystagmographie rustig onderging.)

Uit een verslag van een vergadering van het Mining Institute of Scotland (1927) moge nog volgen:

„Dr. Freeland Fergus (Glasgow) said:

„If a man had miners' nystagmus he would have along „with it two of its principal symptoms, viz., hemeralopia „and nyctalopia, varying in amounts according to the „severity of the attack and perhaps according to the „idiosyncrasy of the patient. It was because of these „conditions that a miner, afflicted with the condition, „was quite unable, on the one hand, to face a bright elec- „tric light, and on the other, was practically blind when „he went out at night. Many a miner had told him that „when the gas in his house was lit at night, he had to „shield his face from the light.”

Met deze voorbeelden moge hier volstaan worden. Het is niet moeilijk er ettelijke aan toe te voegen; de anamnesen van het grootste deel van de patienten is met deze klachten doorspekt. Dat een arbeider, met een beginnenden nystagmus, die nog den invloed van het donker noodig heeft om op te treden, klaagt, dat hij bij avond vooral last heeft, is begrijpelijk. Doch verwonderlijk is dit te hooren van een patient met een ernstigen nystagmus, die in daglicht reeds in alle blikrichtingen bestaat. Waarom klaagt deze man, dat hij bij avond practisch blind is, terwijl hij overdag zich met onwillekeurige oogbewegingen van zoo groote intensiteit nog weet te oriënteren?

Bovendien blijkt uit de gegeven voorbeelden, dat het niet alleen de overgang naar het donker is, waarover de lijders klagen, maar nog vaker de overgang naar het licht. Hierbij wordt in het algemeen de nystagmus geringer (dat deze regel uitzonderingen heeft, werd reeds vermeld) en vindt men dus de stoornis in de aanpassing in zuiveren vorm.

Natuurlijk hebben deze klachten allerwegen de aandacht getrokken. Er werden echter weinig onderzoeken aan gewijd. Weekers¹⁰⁶⁾ was de eerste, die trachtte het adaptatieverloop bij lijders aan mijnwerkers-nystagmus met den adaptometer van Nagel vast te leggen (1910). Hij vond zeer vaak een gestoorde adaptatie. Ontbrak deze stoornis, dan betrof het altijd een licht geval met weinig verschijnselen. Soms waren de eindwaarden normaal, doch was er een duidelijke verlangzaming van het proces. In het algemeen waren de stoornissen het sterkst bij arbeiders met veel subjectieve bezwaren. Bij normale mijnwerkers verkreeg hij normale curven, soms was de gevoeligheid zelfs grooter dan bij niet-mijnwerkers.

Weekers kon het ontstaan van de stoornis niet verklaren, doch kende aan den plotseligen overgang van licht in donker en omgekeerd — bij het betreden en verlaten der mijn — een nadeeligen invloed toe.

De tweede onderzoeker, die soortgelijke bepalingen verrichtte, was Ohm. In „Das Augenzittern der Bergleute” geeft hij een uitgebreid verslag van zijn proeven. Hij gebruikte den adaptometer van Nagel, zonder voorafgaande lichtadaptatie en drukte zijn waarden uit in de niet herleide relatieve lichtgevoeligheidseenheden van Nagel. Daarbij viel al direct op, dat hij ook bij normalen nooit tot de waarden komen kon, die Nagel opgaf (200.000—250.000). Bij normale mijnwerkers vond hij den lichtzin sterk afhankelijk van den leeftijd.

Hij geeft het volgende overzicht:

Mijnwerkers zonder nystagmus.

Leeftijd	Aantal onderzochte personen	Lichtzin in relatieve gevoeligheidswaarden
20—24	6	72.958
25—29	6	58.583
30—34	6	28.800
35—39	9	32.663
40—44	7	34.073
45—49	6	30.195
50—54	10	19.960
55—59	1	20.000

Hierbij moet genoteerd worden, dat Ohm geen mydriasis toepaste en dus geen pupilmetingen kon doen. De invloed van de pupilwijdte is belangrijk en daar in het algemeen de pupillen van oudere individuen minder verwijden dan die van jonge, kan aldus een schijnbare vermindering van den lichtzin ontstaan. Verder verdient het de voorkeur, de omstreden daling van den lichtzin op lateren leeftijd vast te stellen bij personen, wier beroep nooit aanleiding geeft tot adaptatiestoornissen. Het is immers van te voren geen uitgemaakte zaak, of de adaptatiestoornissen, die men bij lijders aan mijnwerkersnystagmus vindt, een gevolg zijn van deze ziekte. Evengoed is het mogelijk, dat beide verschijnselen, nystagmus en adaptatiestoornissen, geen ander verband bezitten dan dat zij beide het gevolg zijn van het ondergrondse werk. In dat geval kan men dus ook adaptatiestoornissen verwachten bij mijnwerkers zonder nystagmus, en wel des te sterker, naarmate de arbeider langer ondergronds heeft gewerkt. In dezen zin kan de daling van den lichtzin op lateren leeftijd uit Ohm's statistiek eveneens uitgelegd worden.

Wat nu de nystagmuspatienten betreft, hierbij vond Ohm de volgende resultaten:

Mijnwerkers met nystagmus.

Leeftijd	Aantal onderzochte personen	Lichtzin in relatieve gevoeligheidswaarden
20—24	3	27.303
25—29	5	19.010
30—34	14	34.495
35—39	14	21.650
40—44	24	17.727
45—49	25	14.228
50—54	13	21.773
55—59	1(!)	12.700
60—64	1(!)	11.700

Men ziet, dat hier het gemiddelde duidelijk lager ligt dan bij de normale mijnwerkers. Hierbij dient nog opgemerkt te worden, dat Ohm bij herhaling van de proef meestal wat hogere gevoeligheidswaarden vond ten gevolge van de oefening van den patient, en dat hij de normalen slechts éénmaal, doch de nystagmuslijders meermaalen onderzocht. De bestaande verschillen zijn dus verkleind.

Ohm's ervaring was, dat de proef ook bij denzelfden persoon weinig constante resultaten geeft. Zijn slotconclusie luidt, dat de lichtzin bij lijders aan mijnwerkersnystagmus in het algemeen gestoord is. Echter vindt men ook bij normale mijnwerkers zoo vaak te lage waarden, dat Ohm aan deze stoornissen alleen deze betekenis wil toekennen, dat zij een predispositie vormen voor den mijnwerkersnystagmus. Het zijn volgens hem in het algemeen aangeboren stoornissen en geen gevolgen van de ziekte. Zij zijn niet evenredig aan de intensiteit van de oogbewegingen en vormen slechts een schakel in de keten der oorzaken. Voor zoover zij op lateren leeftijd ontstaan, berusten zij waarschijnlijk op alcoholisme.

Ohm heeft ook in latere jaren dit standpunt gehand-

haafd. Tusschen de resultaten van Weekers en Ohm is dus een belangrijk verschil. Resumeerende kan men zeggen, dat beiden bij vele lijders aan mijnwerkersnystagmus adaptatiestoornissen vonden, doch niet bij alle. Weekers vond evenwel bij normale mijnwerkers normale of zelfs hooge gevoeligheidswaarden, Ohm daarentegen vaak stoornissen. Het gevolg is, dat Weekers de adaptatiestoornissen tot de ziekte rekent, terwijl Ohm aanneemt, dat deze aangeboren zijn en haar beteekenis alleen daarin ligt, dat zij het ontstaan van de afwijking bevorderen.

De ontwikkeling der kennis van de adaptatiestoornissen bij den mijnwerkersnystagmus is bij deze verdeelde meeningen blijven stilstaan. Dit proefschrift is grootendeels aan deze, voor de theorie en de practijk zoo belangrijke, zijde van het mijnwerkersnystagmusvraagstuk gewijd.

ALGEMEENE BESCHOUWINGEN OVER LICHTZINBEPALINGEN.

Het exact vaststellen van stoornissen in den lichtzin van het menschelijk gezichtsorgaan stuit op verscheidene moeilijkheden. Deze zijn gedeeltelijk een gevolg van het feit, dat de physiologie van deze zintuiglijke functie nog onvoldoende bekend is. Voor een ander deel vloeien zij voort uit de omstandigheid, dat deze functie uit verschillende onderdeelen bestaat, die ieder apart onderzocht moeten worden. In de practijk vervalt men in de noodzakelijkheid uit deze proeven een keuze te doen.

Het gevolg is geweest, dat voor het onderzoek van den lichtzin, hoewel uit den aard der zaak even belangrijk als dat van den vorm- en kleurenzin, nog niet die gestandaardiseerde vorm is gevonden, die het mogelijk moet maken, dit onderzoek op te nemen bij de eenvoudige klinische onderzoekingsmethode. Wel zijn in de laatste jaren pogingen gedaan om deze standaardiseering te bereiken, doch geen der methoden heeft zich weten in te burgeren en bovendien zijn tusschen haar resultaten te groote verschillen dan dat zij reeds als algemeen richtsnoer aanvaardbaar zijn.

Hier moge in het kort volgen, welke functieveranderingen in het oog plaats hebben bij wijziging der verlichting van de omgeving.

Gaan wij uit van een oog, dat geadapteerd is aan een bepaalde constante vlakhelderheid van de omgeving. Deze laatste moet volkomen egaal van verlichting en reflexie zijn. Aan dezen eisch voldoet b.v. een aan de binnenzijde wit gemaakte bol, die in zijn wand een

opening heeft, door welke het oog kijkt, terwijl de lamp, die den bol verlicht, op een bepaalde wijze afgeschermd is. De verlichting in den bol is dan voor alle plaatsen, die van het directe licht zijn afgeschermd, gelijk door de zich tot in het oneindige herhalende reflexie (afgeleid door Sumpner).

Het oog komt na eenigen tijd in een evenwichtstoestand, die op verschillende wijzen is gekenmerkt.

Ten eerste heeft de visus een bepaalde waarde, die afhankelijk is van de verlichtingssterkte en van de optimale individuele gezichtsscherpte van het oog. Ten tweede is er een bepaalde drempelwaarde voor lichtprikkels. Indien men het licht in den bol uitschakelt en vervolgens met zeer zwakke lichtprikkels beproeft, bij welke intensiteit de gewaarwording van licht juist optreedt, zal deze drempelwaarde een bepaalde grootte hebben, die, als men de individuele bijzonderheden van het oog verder buiten beschouwing laat, wederom karakteristiek is voor de vlakhelderheid in den bol. Weliswaar is deze proef nooit zuiver uit te voeren, daar het bepalen van de drempelwaarde in oneindig korten tijd zou moeten geschieden, ten einde het in werking treden van de donkeradaptatie van het oog te verhinderen.

Er zijn nog meer functies, die in den genoemden evenwichtstoestand een bepaalde waarde hebben. Indien men over een installatie beschikt, waarmede de verlichting op een omschreven klein deel van den bol veranderd kan worden, terwijl de verdere verlichting gelijk blijft, is het mogelijk na te gaan, met welk quantum men de oorspronkelijke vlakhelderheid moet vergrooten of verminderen, om tot een verschil van waarneembare grootte te komen. Dit quantum is eveneens een functie van de vlakhelderheid, waarvan men uitging. Verder heeft het oog, dat in den genoemden evenwichtstoestand verkeert, het vermogen, om flikkeringen van een met die van den

wand van den bol overeenkomende helderheid, welke frequentie wordt opgevoerd tot een bepaalde hoogte, als aparte flikkeringen te differentieëren; er is een bepaalde z.g. critische flikkerfrequentie.

Verstoort men nu den evenwichtstoestand, door b.v. de verlichting in den bol te versterken, dan treden de volgende veranderingen op.

- a. De visus neemt toe (verondersteld wordt, dat niet werd uitgegaan van een zoo hoge vlakhelderheid, dat de verschillende functies reeds haar optimum hadden bereikt).
- b. Het lichtquantum, dat op een omschreven plaats toegevoegd moet worden om juist de gewaarwording van verschil met de omgeving te doen ontstaan, is grooter. De „verschildrempel” is dus gestegen.
- c. Het vermogen, om snel op elkander volgende flikkeringen van een met die van den wand van den bol overeenkomende lichtdichtheid te differentieëren, neemt toe, de „critische flikkerfrequentie” stijgt.
- d. De gevoeligheid van het oog voor lichtprikkels neemt af, de drempelwaarde stijgt dus.

Vermindert men de verlichting in den bol, dan hebben deze veranderingen in omgekeerden zin plaats: de visus neemt af, de verschildrempelwaarde daalt evenals de critische flikkerfrequentie, terwijl de gevoeligheid voor lichtprikkels toeneemt.

Al deze veranderingen zijn het onderwerp geweest van diverse onderzoekingen. Op enkele van de belangrijkste moge hier de aandacht gevestigd worden.

- Ad a. Over het verband tusschen visus en verlichting is in de tweede helft van de vorige eeuw herhaaldelijk gewerkt (Klein 1873, Posch 1876, Cohn 1883 en Uthoff 1886). De klassieke proeven op dit gebied stammen van Koenig (1894⁶⁷). Koenig bepaalde de verhouding niet alleen voor zeer uiteenlopende intensiteiten,

doch ook voor verschillende kleuren. Hij verrichtte de metingen voor zichzelf en voor een student met den aangeboren vorm van totale kleurenblindheid. Voor zijn eigen, normale, visuele apparaat vond hij den visus een functie van de logarithme der intensiteit; echter bleef de verhoudingsfactor niet steeds dezelfde.

In den aanvang, d.w.z. bij zeer zwakke verlichtingen, steeg de visus langzaam. Daarop volgde een gebied, waarin de visus snel steeg en dat zich uitbreidde tot zeer hoge intensiteiten. Bij verdere toeneming van intensiteit bleek de visus niet meer te stijgen, zoodat een S-vormige curve ontstond.

De oorspronkelijke graphiek van Koenig wordt hier niet afgedrukt, daar de eenheden afwijken van de in dit proefschrift gebruikte. Hier volgt zijn curve, zooals die door Hecht⁴¹⁾ in millilamberts werd herleid*). Hecht paste bovendien nog een correctie toe voor de verandering in pupilwijdte tijdens de proef, wat Koenig nagelaten had. Hoewel de methode, die Hecht aanwendde, verre van ideaal is — hij ging nl. uit van de gemiddelde waarden van Reeves voor de pupilwijdte bij verschillende vlakhelderheid van de omgeving, terwijl Reeves groote individuele verschillen vond — beschikken wij over geen beter middel om de verhoudingen, zooals die tijdens de proef van Koenig bestaan hebben, te reconstrueeren.

Koenig gebruikte als objecten gewone optotypen. Hij drukte zijn resultaten in een eenvoudige formule uit, nl.

$$V = a(\log B - \log C)$$

waarin V de visus, B de verlichting en a en C constanten voorstellen (a bepaalt de steilheid van de curve).

*) Voor de verhoudingen der verschillende photometrische eenheden zie men het overzicht op pag. 140.

Hij vond nu voor het langzaam stijgende eerste deel: $a = 0,0414$ en $\log C = 0,74 - 5$. En voor het snel stijgende deel: $a = 0,43$ en $\log C = 0,71 - 2$.

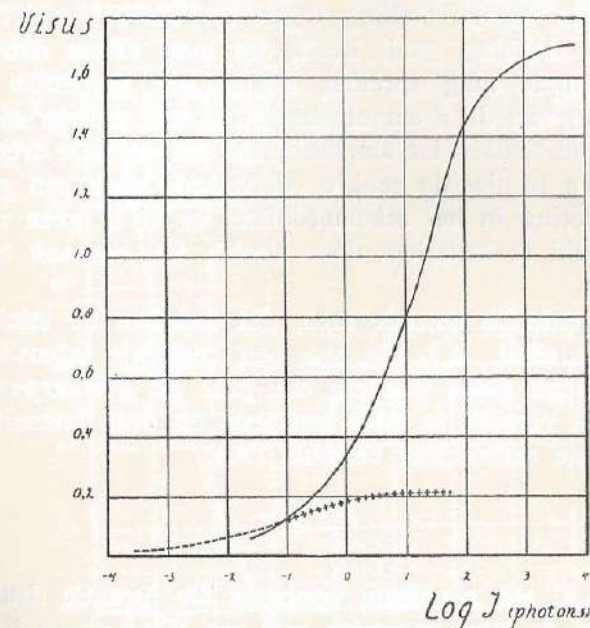


Fig. 1.

Visus-verlichtingscurve van Koenig, gemodificeerd door Hecht⁴¹⁾. De lichtintensiteiten zijn in photons uitgedrukt (aantal millilamberts $\times$ aantal mm² pupiloppervlakte).

Getrokken lijn: curve der kegeltjes.

Streepjeslijn: curve der staafjes.

Kruisjeslijn: geprotraheerde staafjescurve bij een totaal-kleurenblinde.

De curve voor den totaal-kleurenblinde had het langzaam stijgende deel met de normale curve gemeen ($a = 0,0417$, $\log C = 0,71 - 5$), doch het steile deel ontbrak (kruisjeslijn in fig. 1). Koenig schreef reeds het langzaam stijgende deel aan de staafjes, het steile deel aan de kegeltjes toe, een meening, die later vrijwel algemeen aanvaard is.

Roelofs en Zeeman⁹⁷⁾ hebben in hun recentere proeven bij de keuze van de objecten meer rekening gehouden met de speciale eischen, die het zich oriënteren in de schemering stelt aan het gezichtsorgaan. Deze schrijvers nemen stelling tegen Birch-Hirschfeld, die de meening geuit heeft, dat men alleen dan van hemeralopie mag spreken, als er een duidelijke verhooging van de drempelwaarden in het verloop van de adaptatie bestaat. De aanwezigheid van normale drempelwaarden is niet de eenige voorwaarde voor een goede oriëntering in het schemerdonker en er is geen reden het beeld te beperken door slechts één oorzaak te erkennen.

Ad b. Aanvankelijk meende men, dat tusschen de minimale lichtintensiteit ΔI , die aan een bepaalde intensiteit I toegevoegd moet worden, om juist de gewaarwording van een verschil te laten ontstaan, en deze intensiteit I een vaste verhouding bestond. Dus

$$\frac{\Delta I}{I} = C$$

waarin C een constante voorstelt. De formule drukt al uit, wat de later gevonden wet van Weber en Fechner in meer algemeen vorm behelst.

Helmholtz vond reeds, dat deze wet voor den lichtzin slechts een beperkte geldigheid bezit. Hecht⁴⁰⁾ stelde een curve samen uit het werk van Aubert, Koenig, Brodhun en Blanchard, dat onderling fraai overeenkomt. Het blijkt dan, dat het quotient $\frac{\Delta I}{I}$ allerminst constant is: het neemt geleidelijk toe van 0,015 bij hooge en middelmatige intensiteiten tot 0,7 bij uiterst geringe lichtsterkten. Ook de curve, die Hertel⁴⁸⁾ eenige jaren geleden publiceerde, komt hiermede — op eenige verschillen in de absolute intensiteiten na — overeen.

Hiermede wil intusschen niet gezegd zijn, dat de wet van Weber en Fechner voor den lichtzin van geen betekenis zou zijn. Voor het gebied van 0,1—400 millilambert (1—4000 lux) gaat zij, schoon slechts bij benadering, op en dit gebied is voor de practijk zeer belangrijk.

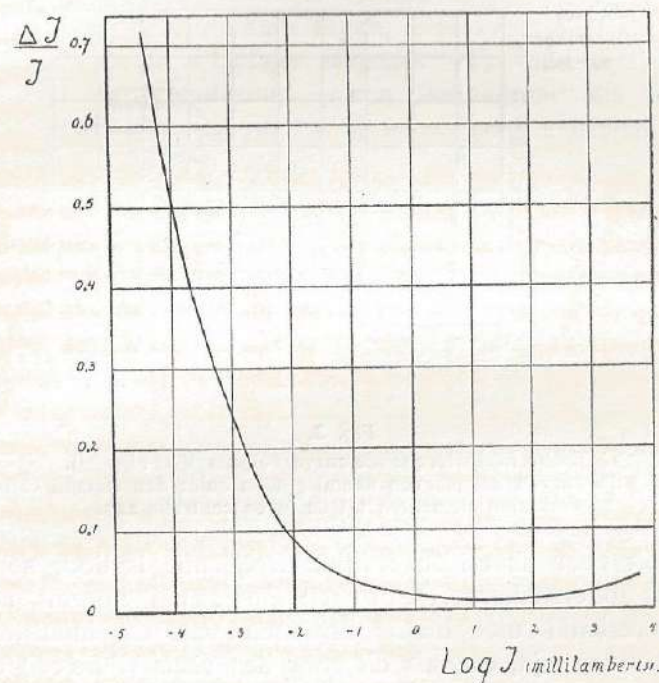


Fig. 2.

Curve der Intensiteitsonderscheiding volgens Hecht⁴⁰⁾.

Ad c. Laat men lichtstralen in een oog vallen en plaatst men in den bundel een van openingen voorziene, roterende schijf, die den gang der stralen telkens onderbreekt, dan blijkt het oog bij een bepaalde intensiteit van de lichtbron in staat, de opeenvolgende flikkeringen tot aan een zekere frequentie apart te herkennen. Voert

men de frequentie hooger op, dan wordt de onderbreking van den lichtbundel niet meer waargenomen. Het maakt hierbij onderscheid, wat de geprikkelde retinalelementen zijn, kegeltjes of staafjes, en bovendien op welken afstand van de fovea zij zich bevinden. Zie fig. 3 volgens Verrijp¹⁰⁴).

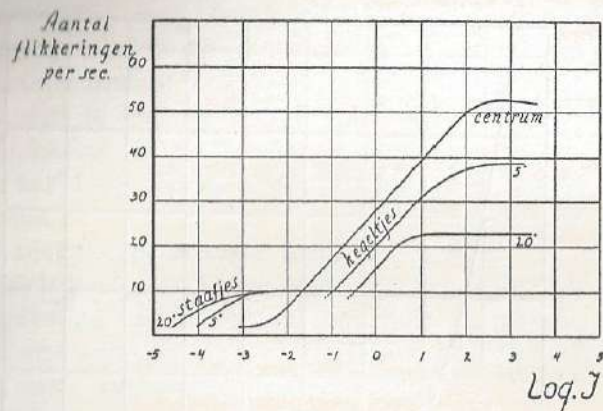


Fig. 3.

Critische flikkerfrequentie-curve volgens Verrijp¹⁰⁴). Het bij de curven aangegeven aantal graden duidt den afstand van de werkzame elementen tot de fovea centralis aan.

Ook voor de critische flikkerfrequentie is door sommige onderzoekers (Ferry en Porter) gemeend, dat het verband met de logarithmen van de intensiteit lineair zou zijn, evenals dit voor den visus (Posch) en voor de verschildrempelwaarde ten onrechte aangenomen is (Fechner). Doch ook bij de flikkerfrequentie bleek deze opinie op het aanwenden van te weinig verschillende intensiteiten te berusten.

Lythgoe en Tansley⁶²) hebben getracht, den invloed van veranderingen in den adaptatietoestand van het oog op de critische flikkerfrequentie na te gaan en kwamen tot de slotsom, dat deze voor de kegeltjes bij donkeradaptatie daalt, doch voor de staafjes rijst. Het

is in deze proeven echter moeilijk, den invloed der verschillende factoren apart na te gaan.

Add. Over de veranderingen in de drempelwaarden in het verloop van licht- en donkeradaptatie is verreweg het meest gewerkt. Het grootste deel van de onderzoekers, die zich met den lichtzin hebben beziggehouden, heeft zich tot de drempelwaardeveranderingen bepaald. Het waren ook deze veranderingen, waarvoor Aubert in 1865 den naam adaptatie invoerde. Hij vond met zijn primitief instrumentarium — een platinadraad, die door een electrischen stroom tot gloeien werd gebracht en waarvan de helderheid veranderd kon worden door de lengte van het doorstroomde deel te veranderen — dat de gevoeligheid van het oog tijdens een verblijf in het donker van 2 uur 35 maal zoo groot werd. De manieren waarop, na Aubert, onderzoekingen over de adaptatie zijn verricht, zijn legio; een uitvoerig referaat vindt men bij Giuseppe Ovio⁸⁷). De meeste apparaten hebben als object een schijf, waarvan de verlichting door verstelbare lampen, diaphragma's of platen met een bepaalde absorptie geregeld kan worden. De roteerende schijven van Masson worden weinig meer gebruikt. Een andere methode is het plaatsen van glazen met een bekende absorptie voor het oog van den proefpersoon (Tscherning).

De apparaten met een schijf met regelbare verlichting hebben voornamelijk ingang gevonden en enkele hiervan hebben zich tot den huidigen tijd gehandhaafd. Het meest in gebruik is nog steeds de adaptometer van Nagel. Een instrument, dat aan veel hooger eischen voldoet, doch dan ook zeer kostbaar is, werd door Hertel gebouwd^{42, 43}). Later zal dit apparaat nog ter sprake komen.

Het bleek al spoedig, dat de adaptatiebreedte (d.w.z. de verhouding tusschen de drempelwaarde aan het begin en die bij het eind van de proef) veel grooter was,

dan Aubert had gevonden. Deze was volgens Aubert 35, doch de opgaven der latere auteurs varieeren van 1000 tot 100.000. De oorzaak van het groote verschil in uitkomst ligt voor de hand. De meeste onderzoekers gebruikten wél voor de adaptatieproeven een donkere kamer, die zoo goed mogelijk voor licht was afgesloten, zoodat de gevonden drempelwaarden bij het eind van de proef vergelijkbaar waren, doch de lichtadaptatietoestand, waarvan zij uitgingen, was zeer verschillend. Velen gingen uit van een aanpassing aan „helder daglicht”, een zeer vaag omlijnd begrip, dat groote variaties in zich bergt. Anderen gebruikten om lichtadaptatie te verkrijgen speciale apparaten, die echter veelal niet op een bepaalde lichtsterkte geijkt waren.

Ook deden verschillen in de methoden, om de gevonden waarden graphisch uit te drukken, schijnbare verschillen in de resultaten ontstaan. Men krijgt nl. geheel andere curven, indien men de drempelwaarden (I), dan wel haar reciproken ($1/I$, z.g. gevoeligheidswaarden) tegen den tijd uitzet. In het eerste geval ziet men tijdens de donkeradaptatie de drempelwaarden dalen, in het tweede de gevoeligheid van het oog toenemen. Doch de lijnen, die deze veranderingen weergeven, vormen geen spiegelbeeld. Was de drempelwaardencurve een rechte lijn, dan zou de curve der gevoeligheidswaarden den vorm van een hyperbool hebben, een mathematische eigenaardigheid, die aanleiding heeft gegeven tot noodeloozen strijd. De bewering b.v., dat de donkeradaptatie in de eerste minuten langzaam geschiedt en pas na eenigen tijd de groote snelheid verkrijgt, die ± 15 minuten aanhoudt, is in haar algemeenheid onjuist en geldt alleen voor de graphische voorstelling in gevoeligheidswaarden. De drempelwaardencurve vertoont het snelste verloop van de donkeradaptatie juist in de eerste minuten.

De vorm van de curven ondergaat bovendien een verandering, indien men de waarden logaritheert. Het

enorme verschil van begin- en einddrempel is moeilijk in arithmetische schaal uit te zetten. De meeste auteurs noteeren den tijd in een rekenkundige en de drempelwaarden (Kohlrausch, Hecht) of de gevoeligheidswaarden (Nagel) in een meetkundige reeks. Ook op dit punt heerscht echter allermint eenheid.

Een niet uitgemaakte zaak is het verder, of de adaptatiebreedte bij oudere menschen kleiner is dan bij jonge. Tschermak vond een snellere adaptatie bij jonge individuen, Wölfflin ontkende een invloed van den leeftijd. Zooals reeds werd vermeld, vond Ohm bij de oudere mijnwerkers zonder nystagmus een duidelijk lagere lichtzin dan bij jonge, waarbij echter in het duister blijft, of deze daling opgevat moet worden als een normaal ouderdomsverschijnsel dan wel als het gevolg van het werk in de mijn. G. Matthey kon bij haar zeer exact uitgevoerde proeven geen invloed van den leeftijd vaststellen.

A priori is het geenszins onwaarschijnlijk, dat men bij oudere personen hogere drempelwaarden zal vinden. Men behoeft hieruit echter niet direct de conclusie te trekken, dat een stoornis of wijziging van de retinale functie bestaat. Eenerzijds kunnen de veranderingen in de brekende media, met name de sclerose van de lens, een rol spelen, anderzijds mag, zooals Comberg²³⁾ aanvoerde, de met den ouderdom veelal afnemende pupilwijdte niet over het hoofd worden gezien. Deze auteur wil het ontbreken van verschillen door den leeftijd in de proeven van G. Matthey verklaren uit het feit, dat zij met homatropine-mydriasis werkte. Ik meen daarentegen, op grond van later te vermelden onderzoekingen, dat de homatropine-mydriasis de verschillen in pupilwijdte ten gevolge van den leeftijd niet opheft en dat de niet verlamde pupil aan het eind van de donkeradaptatie ongeveer dezelfde grootte bereikt, die zij door homatropine verkregen zou hebben.

Eveneens bestaat verschil van meening over de verhouding van de monoculaire tot de binoculaire drempelwaarden. De meeste onderzoekers zijn het er over eens, dat de binoculaire drempel lager ligt, doch Möller en Best bestrijden dit. Volgens Piper⁸⁹⁾ is de verhouding ongeveer 2, volgens Nagel⁷²⁾ 1,7.

Een deel van de genoemde meningsverschillen is ongetwijfeld een gevolg van fouten in de methoden. Het ligt voor de hand, dat slechts eenheid in de proefopstelling hier uitkomst kan brengen. Gaat men na, waaraan een adaptatieproef moet voldoen, dan komt men tot de volgende voorwaarden. De hoeveelheid licht, welke in het oog dringt, moet nauwkeurig te meten zijn, waaruit volgt, dat enerzijds de pupilwijdte, anderzijds de afstand tot alsmede de sterkte en de lichtverdeling van de lichtbron bekend moet zijn. Ook de grootte van het proefobject speelt een rol (Piper e.a.). Verder moet van een lichtadaptatie aan een bekende vlakhelderheid worden uitgegaan.

H. K. Müller⁸⁹⁾ en G. Matthey⁶⁴⁾ hebben getracht, een standaardmethode uit te werken. Zij gebruikten den adaptometer van Nagel. Müller construeerde een nauwkeurige adaptatiekromme voor zichzelf, nadat hij de absolute lichtintensiteit van zijn apparaat bepaald had.

Nagel⁷¹⁾ had reeds zijn instrument geijkt, door de te observeren schijf te vergelijken met een gipsplaat, die door een Hefnerkaars werd verlicht. Daarbij bleek, dat de maximale helderheid overeenkwam met een verlichting van 1,45 Hefnerlux van de gipsplaat.

Het was Müller echter bekend, dat de meeste adaptometers volgens Nagel niet aan deze waarde voldoen. Tschenzow had slechts 0,62 lux gevonden. Müller ijkte zijn apparaat met behulp van een „Stufenphotometer” van Zeiss. Voor den eenen arm werd de maximaal verlichte adaptometerschijf gebracht, voor den anderen een bariumsulfaatplaat, die door een 4 volt-

Osramlampje verlicht werd. Hij vond, dat de vlakhelderheid van de adaptometerschijf overeenkwam met die van de bariumplaat, wanneer de verlichting van deze laatste 0,35 lux bedroeg (stelt men den reflexiecoëfficiënt van het bariumsulfaat 0,9, dan was de vlakhelderheid dus 0,315 apostilb of 0,0315 millilambert). Dit is minder dan een vierde van de door Nagel opgegeven intensiteit! Het is dus niet te verwonderen, dat de resultaten van de oudere auteurs, uitgedrukt in de relatieve waarden van Nagel, onderling zeer sterk verschilden.

Müller ging bij zijn adaptatiebepalingen regelmatig uit van een lichtadaptatie aan 3000 lux, die hij verkreeg met den „Ausbleicher” van Stargardt¹⁰¹⁾. Dit is een halve bol van gips, die door één $\frac{1}{2}$ Watt-lamp verlicht wordt. Het oog kijkt in dezen halven bol en is afgeschermd tegen het directe licht van de lamp. Variaties in duur van de lichtadaptatie bleken een duidelijken invloed te hebben op den begindrempel, doch slechts een geringen op de eindwaarde. Müller gebruikte homatropine-cocaine mydriasis en deed al zijn bepalingen binoculair. De afstand van het oog tot de adaptometerschijf bedroeg steeds 60 cm.

Geneviève Matthey onderzocht volgens de methode van Müller 54 normale personen en construeerde uit deze gegevens een standaardcurve. Het enige verschil met de methode van Müller was, dat zij de bepalingen monoculair uitvoerde. De aldus verkregen curve is een van de betrouwbaarste, waarover wij beschikken (zie fig. 4). Tevens construeerde zij een kromme, die de grens aangeeft, waarbinnen de meeste normalen vallen en één, die zij beschouwt als de uiterste grens van het physiologische. Het valt te betreuren, dat zij nagelaten heeft de met homatropine verwijde pupillen te meten en voor de verschillen een correctie in te

voeren, daar door deze correctie nog een bron van fouten te vermijden ware geweest.

Een andere exacte curve danken wij aan Hertel⁴³⁾.

De boladaptometer, zooals die door dezen onderzoeker werd ontworpen, kan hier niet in details worden beschreven. In principe bestaat het toestel uit een bol met witten binnenwand, die eenige openingen heeft; één waarin het hoofd van den proefpersoon gebracht wordt, andere waardoorheen de verlichting van den bol geschiedt. Deze verlichting is uiterst fijn te regelen en kan ook op een omschreven plaats in den bol gewijzigd worden door middel van een projectieapparaat. De omstandigheden voor den proefpersoon zijn dus vrijwel gelijk aan die, welke in den aanvang van dit hoofdstuk bij de bespreking van de verschillende functieveranderingen van het oog bij wijzigingen in de verlichting werden verondersteld.

De voordeelen van dezen adaptometer liggen voor de hand. Met hetzelfde apparaat kan de lichtadaptatie worden verkregen en de drempelwaarden worden gemeten. Behalve de absolute drempel kan ook zeer gemakkelijk de verschildrempel worden bepaald. Men behoeft zich verder niet te beperken tot den invloed van het volkomen donker, doch kan dien van iedere willekeurige verlichtingsintensiteit nagaan. De photometrische ijking is zeer nauwkeurig uitgevoerd en variaties in de spanning, waarop de lampen branden, worden gecorrigeerd.

Noch in zijn mededeeling op het Concilium Ophthalmologicum (Hollandia 1929), noch in een latere publicatie⁴⁴⁾ staat aangegeven, of Hertel de bepalingen monoculair of binoculair uitvoerde en evenmin of er mydriasis werd toegepast. De curve heeft een geheel ander uiterlijk dan die van G. Matthey. Hertel adapteert echter slechts 25 minuten en neemt aan, dat na dit tijdsverloop nog slechts een onbelangrijke daling

van de drempelwaarden optreedt. Zoowel volgens de curve van G. Matthey als die van mij is dit niet het geval en blijkt, dat de adaptatie 35 à 40 minuten voortgezet moet worden. (Zie fig. 4).

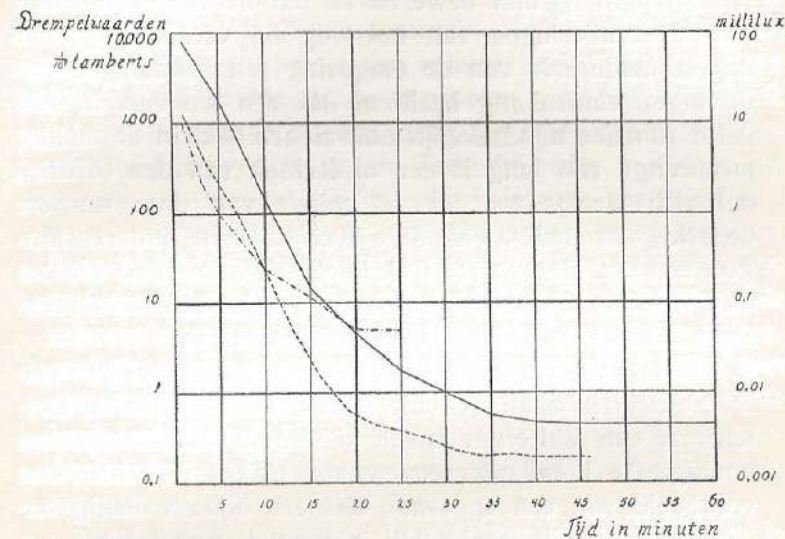


Fig. 4.

Gemiddelde normale donkeradaptatiecurve.

Getrokken lijn: volgens eigen bepalingen.

Streepjeslijn: volgens Matthey.

Streep-stippellijn: volgens Hertel.

Een tweede oorzaak van het verschil in curven kan zijn, dat Hertel een ander proefobject gebruikt nl. een ring, die onder een gezichtshoek van 10° wordt gezien. Doch ook als men deze verschillen in methode in het oog houdt, blijft het niet geheel verklaarbaar, dat de vorm van Hertel's graphiek zoo sterk afwijkt van die van G. Matthey. Het doet dan ook vreemd aan, dat Comberg in het Kurzes Handbuch der Ophthalmologie (Bd. II, pag. 289) zegt, dat de curven van Müller en Hertel met elkander overeenstemmen (de curve van Müller wijkt nl. slechts weinig af van die van Matthey).

Een algemeen aanvaardbare, in absolute lichtintensiteiten uitgedrukte standaardcurve van de adaptatie ontbreekt dus nog.

Zoolang nog niet bewezen is, dat de hier genoemde functieveranderingen van het oog bij verandering van de vlakhelderheid van de omgeving een zoodanigen onderlingen samenhang bezitten, dat een stoornis in één dezer functies noodzakelijk ook stoornissen in de andere meebrengt, zoo lang is een onderzoek van den lichtzin, dat zich slechts tot één of enkele van deze functies beperkt, onvolledig. Volledige systematische onderzoekingen zouden hier correlaties kunnen vaststellen, die nu nog slechts vermoed worden op grond van verspreide experimenten en theoretische beschouwingen.

Het is evenwel allerminst eenvoudig, dergelijke volledige lichtzinbepalingen uit te voeren. De proeven kosten zeer veel tijd en er is een uitgebreid instrumentarium noodig. De boladaptometer van Hertel is echter een voorbeeld van een apparaat, dat een bijna volledig onderzoek mogelijk maakt. Hij is zoowel voor meting van de absolute drempelwaarden als van de verschildrempels ingericht en zou tevens nog geschikt te maken zijn voor het bepalen van het verband tusschen visus en verlichting.

Wie niet over dit instrument beschikt, is genooddaakt, zich tot één der genoemde functieveranderingen te bepalen. Gaat het om het vaststellen van pathologische veranderingen, dan bewandelt men toch het beste den traditioneele weg en beperkt zich tot drempelwaarde-metingen, daar op dit gebied het meeste physiologische vergelijkmateriaal bestaat. Echter blijve men er zich van bewust, dat men slechts een deel van het onderzoek verricht en dat het dus niet geoorloofd is, uit normale drempelwaarden zonder meer tot een normalen lichtzin te besluiten!

TOEGEPASTE METHODE.

In het tweede hoofdstuk werd reeds vermeld, dat het onderzoek begon met een nauwkeurige analyse der verschijnselen van 8 lijders aan mijnwerkersnystagmus. Daar ter plaatse deelde ik de resultaten van het onderzoek van één hunner in extenso mede, ten einde een indruk van mijn bevindingen te geven. Toen bij ieder van deze patienten een stoornis in de adaptatie was geconstateerd, lag het voor de hand op grooter schaal na te gaan, of deze afwijking regelmatig bij de ziekte voorkomt. Het was daarbij aangewezen, ook contrôleproeven op normale mijnwerkers te doen, daar het a priori geenszins buitengesloten was, dat men te doen zou kunnen hebben met een verschijnsel, dat algemeen optreedt bij arbeiders, die lang ondergronds werkzaam zijn geweest en dat als zoodanig niet als een symptoom van den mijnwerkersnystagmus opgevat mag worden.

Op grond van deze overweging onderzocht ik te Heerlen niet alleen de adaptatie van 100 patienten met mijnwerkersnystagmus, doch tevens die van 50 mijnwerkers zonder nystagmus. Bij een dergelijken omvang van het materiaal en het werken buiten een oogheelkundige kliniek stuit het op practische bezwaren, deze proeven te nemen onder alle voorzorgen, die in het vorige hoofdstuk besproken zijn. Weliswaar verliest daardoor de vorm van de gevonden curven zijn beteekenis. Door verschillende schrijvers werd echter reeds gemeld, dat de gevonden eindwaarden dezelfde zijn als die, welke men met de exacte methoden vindt. Ik kan dit op grond van later te vermelden proeven bevestigen. Deze eerste onderzoekingen geven dus wel een inzicht in de verbreidheid van de adaptatiestoornissen onder nystagmus-patienten en normale mijnwerkers, doch zeggen niets

over eventuele eigenaardigheden in het adaptatieverloop.

Verder onderzocht ik de adaptatie van 25 nystagmus-patienten op de Oogheelkundige Kliniek te Leiden nauwkeurig. Bij deze bepalingen werd er naar gestreefd, zoo exact mogelijk te werk te gaan, ten einde ook den vorm der curven te kunnen bestudeeren.

Daar ik aangewezen was op het gebruik van een adaptometer van Nagel, was het in de eerste plaats noodig dezen te ijken, zoodat de waarden in absolute eenheden konden worden uitgedrukt.

De ijking wordt hier uitvoerig beschreven, daar zij in verschillende opzichten afwijkt van de methode, die Müller⁶⁹⁾ volgde. Ik richtte de proef zoo in, dat de zeer gevoelige photometer, waarover ik door de wellwillendheid van het Jan Dekkerfonds de beschikking kreeg, gebruikt kon worden. Dit instrument is een Photron-luxmeter (Bercovitz, Berlijn) met 4 seleniumcellen. Het gebied, waarin men met dit type metingen kan verrichten, ligt tusschen 0,02 en 800 lux. Het apparaat werd later herijkt in de fabriek en tevens onderzocht ik met filters, of het ook in het gebied der kleinste intensiteiten betrouwbaar was. Deze proeven hadden een bevredigend resultaat. Vermoeidheidsverschijnselen, die, zooals bekend, bij seleniumcellen storend kunnen werken, traden bij geringe intensiteiten niet op.

In principe was de uitvoering van de ijking zeer eenvoudig. De donkere kamer, waarin ik de adaptatiebepalingen uitvoerde, was geheel dofzwart geverfd, ook het zich er in bevindende meubilair. Een groot zwart scherm werd zóó geplaatst, dat aan de eene zijde de adaptometer van Nagel, aan de andere zijde een tafel kon staan, waarop zich, op een klein statief, een rond wit plaatje bevond van dezelfde grootte als de adaptometerschijf (10 cm diameter). Een verlichtingsapparaat, dat in een hoek van de kamer geplaatst was, richtte een

stralenbundel op het plaatje. Het zwarte scherm verhinderde, dat verstrooid licht op de adaptometerschijf kon vallen. De lichtsterkte van het verlichtingsapparaat kon met behulp van een weerstand geregeld worden. De waarnemer plaatste zich voor het zwarte scherm zóó, dat hij midden tusschen de beide schijven in stond en deze op denzelfden afstand zag. De vlakhelderheid van het witte plaatje werd nu gelijkgemaakt aan die van de adaptometerschijf bij maximale verlichting. Daarna nam ik het plaatje weg en bracht op zijn plaats de seleniumcellen van den luxmeter. Uit de aldus gemeten verlichtingssterkte en den bekenden reflexie-coëfficiënt van het plaatje werd de vlakhelderheid berekend (zie fig. 5).

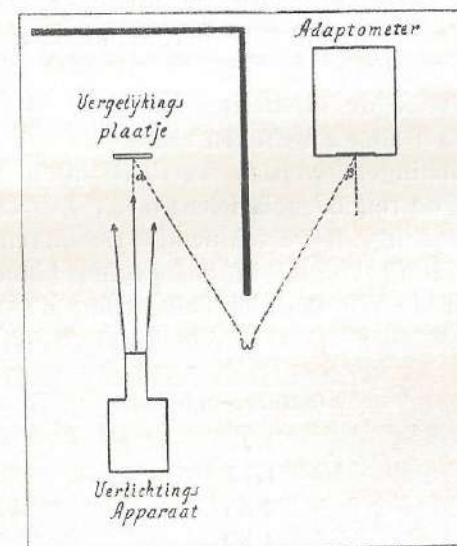


Fig. 5.

Schema der opstelling bij de ijking van den adaptometer.
De breede lijn geeft het zwarte scherm aan.

Bij deze proef moeten verschillende voorzorgen genomen worden. Indien men in het verlichtingsapparaat geen speciaal filter aanbrengt, ontstaat een groot verschil

In kleur tusschen de beide te vergelijken vlakken; zóó sterk, dat een nauwkeurige beoordeeling onmogelijk wordt. De oorzaak ligt in de blauwe glazen plaat, die in den adaptometer van Nagel is ingebouwd. De firma Schmidt en Haensch leverde mij een filter, dat spectroscopisch nauwkeurig met dat van den adaptometer der Leidsche kliniek overeenstemt. Dit werd opgenomen in het verlichtingsapparaat. De sterkte van de lamp werd zoo gekozen, dat weinig weerstand ingeschakeld behoefde te worden, ten einde het emissiespectrum niet te veel naar het rood te verplaatsen.

Verder moest de reflexiecoëfficiënt van het witte plaatje nauwkeurig bekend zijn en tevens nagegaan worden, of de reflexie de cosinuswet volgde. Dr. A. C. S. van Heel was bereid, de hiertoe noodige bepalingen in het Instituut voor Technische Optica te Delft te laten verrichten, voor de uitvoering waarvan ik Mejuffrouw Dr. H. J. van Leeuwen ten zeerste dank verschuldigd ben. De metingen werden verricht in den bol van Ulbricht, de reflectiecoëfficiënt bleek 0,91 te bedragen. De terugkaatsing in verschillende richtingen bij loodrechte bestraling volgde in het gebied binnen 40° afwijking van de normaal bij benadering de cosinuswet.

Hoek met de normaal	Loodrechte bestraling.	
	Teruggekaatste intensiteit (relatieve waarden)	Berekende waarden uit de cosinuswet
0°	1,77	—
8°	1,72	1,72
18°	1,65	1,68
28°	1,52	1,56
38°	1,31	1,39
48°	1,07	1,18
58°	0,74	0,93
68°	0,39	0,65
78°	0,06	0,37
88°	0,01	0,05

Daar bekend is, dat goed diffundeerend glas, zooals de melkglazen schijf van den adaptometer, het doorge laten licht eveneens volgens de cosinuswet verdeelt, zijn van dezen kant geen fouten te verwachten, indien de vergelijking van de beide schijven slechts op voldoende afstand geschiedt. Bij de ijking bedroegen de hoeken α en β (zie fig. 5) beide 25° .

Het bleek, dat verschillende waarnemingen resultaten opleverden, die niet meer dan 8% verschilden, ook indien de functie van waarnemer door een ander werd vervuld. Het nauwkeurigst bleek de waarnemer te beoordeelen, indien hij ongeveer 10 minuten donkergeadapteerd was. Bij langere donkeradaptatie werd de „halo”, die om het witte plaatje ontstond, door terugkaatsing van het er achter geplaatste zwarte scherm hinderlijk. De intensiteit van deze halo was overigens zoo gering, dat de photographische plaat haar in het geheel niet weergeeft. (Zie fig. 6). De helderheid van beide schijven is op de photo eveneens ongeveer gelijk. (De opneming geschiedde met een Leica camera, film Pancola-Hauff, belichtingstijd 10 minuten).

De gemeten verlichtingssterkte bedroeg gemiddeld 0,123 lux. Na vermenigvuldiging met den reflexiecoëfficiënt (0,91) verkrijgt men voor de vlakhelderheid 0,112 apostilb of 0,0112 millilamberts.

Dit is aanmerkelijk minder dan Müller vond. Neemt men aan, dat het bariumsulfaatplaatje, dat hij gebruikte, de albedo 0,9 bezat, dan was de maximale vlakhelderheid van zijn adaptometer 0,31 apostilb. Indien mijn lagere waarde aan fouten in de proefneming te wijten was, moest men verwachten, dat de door mij gevonden drempelwaarden eveneens lager liggen dan de door Matthey gepubliceerde. Het tegendeel is het geval (zie fig. 4). Mijn normale eindwaarden liggen gemiddeld bij $0,4 \lambda$ (10^{-9} lambert wordt hier als λ aangeduid), terwijl de eindwaarde van de standaardcurve van Matthey $0,2 \lambda$

is. Mogelijk is een principieel onderscheid in de methode van de bepalingen de oorzaak van dit verschil. Terwijl Müller en Matthey nl., zooals gebruikelijk is, de vlakhelderheid van de adaptometerschijf lieten afnemen, totdat de proefpersoon aangaf, deze juist niet meer te kunnen zien, ging ik omgekeerd te werk en bepaalde de intensiteit, die bij toenemende vlakhelderheid juist werd waargenomen. Bij de door mij toegepaste methode doet zich het bezwaar voor, dat de proefpersoon, ook als een fixatiepunt gebruikt wordt, de schijf soms niet op de juiste plaats verwacht en daardoor te laat reageert. Door de proef echter ogenblikkelijk te herhalen is dit bezwaar te ondervangen. Het nadeel van de gebruikelijke wijze van meting lijkt mij veel grooter. De nabeelden zijn in het donkergeadapteerde oog intensief en langdurig. Zij bewerken, indien men met dalende intensiteiten bepaalt, systematisch een schijnbare verlaging van de drempelwaarden. Ik heb herhaaldelijk kort na elkander op beide wijzen de prikkeldrempels bepaald en daarbij vaak aanmerkelijke verschillen gevonden (tot 50%). Of dit onderscheid in methode de eenige oorzaak is van mijn hogere drempelwaarden, is niet uit te maken. Vergelijkt men den vorm van mijn curve voor normalen met dien van de standaardcurve van Matthey (fig. 4), dan blijkt een behoorlijke overeenkomst te bestaan, die het vertrouwen geeft, dat de adaptatie niet zulk een proteus-achtige functie is, als men uit de vergelijking van de resultaten van oudere schrijvers zou kunnen vreezen.

De grootte van de verschillen der absolute intensiteiten in de curven van Matthey en mij accentueert echter wel de wenschelijkheid, dat Nagel's adaptometer in gelijkten vorm in den handel gebracht zou worden. Alle moeite aan de ijking verbonden en bovendien de uit het toepassen van verschillende methoden van ijking voortvloeiende onzekerheden zouden hiermede worden weg-

genomen. In verband hiermede heb ik mij gewend tot de firma Schmidt en Haensch, die zich bereid verklaarde, de ijking en standaardiseering van den adaptometer van Nagel te overwegen.

De gang van het onderzoek was aldus. Eerst werd de anamnese opgenomen. Ten einde een indruk te verkrijgen van de frequentie der verschillende subjectieve symptomen, informeerde ik steeds naar schijnbewegingen, hoofdpijn, duizeligheid en verminderde gezichtsscherpte. Verder vroeg ik den patient, of hij speciaal bezwaren had met de gewenning aan het donker bij de afdaling in de mijn en van verblinding bij het verlaten er van. Het aantal jaren, dat de man ondergronds gewerkt had en het tijdstip van het optreden van de eerste verschijnselen werden genoteerd.

Hierop volgde het onderzoek van den visus en de refractie. Baan, amplitude en frequentie van den nystagmus werden met den corneamicroscop en den oogspiegel bestudeerd.

Vervolgens werd homotropine-mydriasis toegepast, en de media en de fundus onderzocht. Eén tot twee uur later begon de adaptatiebepaling. Eén oog, in den regel het rechter, werd door een lichtdicht verband bedekt, van het andere werd de pupildiameter gemeten. Deze meting geschiedde met den pupillometer van Haab en den keratometer van Hertel. Het gemiddelde van de op deze wijzen verkregen waarden (die nooit meer dan 0,5 mm uiteenloopen) werd genoteerd. Voor de verandering in schijnbare pupilgrootte door de breking van de cornea werd geen correctie ingevoerd. Evenmin voor het verschil in „luminous efficiency” per oppervlakte-eenheid, dat Stiles en Crawford¹⁰³⁾ bij hun proeven tusschen de verschillende pupilwijdten vonden. Hoewel de proeven van Stiles en Crawford zeer fraai uitgevoerd werden, lijkt mij toch een bevestiging noodig,

alvorens men hun resultaten zonder verdere contrôle mag overnemen.

Het onbedekte oog van den patient werd geadapteerd aan een verlichting van 3000 lux. Hiervoor gebruikte ik niet den „Ausbleicher” van Stargardt, doch construeerde het apparaat, dat in fig. 7 is afgebeeld.

Het bestaat uit twee deelen, een halven bol van 90 cm middellijn en een verlichtingsapparaat, dat gemonteerd is op de metalen plaat, die den bol afsluit. Het geheel is bevestigd op een zwarte tafel. Op de photo is het instrument uit elkander genomen; de afsluitende plaat is op een aparte tafel geplaatst zóó, dat men tegen den binnenkant aan ziet. Daardoor zijn de acht 200 Watt-Philipslampen zichtbaar, die binnen twee achthoekige lijsten gevat zijn. De buitenste van deze lijsten past juist in den bol. De binnenste bleek noodig, om te verhinderen, dat de lampen hinderlijk zichtbaar zijn in de uiterste peripherie van het gezichtsveld. In het midden is de plaat van een opening voorzien voor het hoofd van den proefpersoon, dat kan rusten op den kinsteun, die voor den halven bol zichtbaar is. De rand van den bol is over een breedte van 10 cm met asbest bekleed, ter beveiliging tegen de groote warmteontwikkeling van de lampen. Deze laatste was ook de reden, waarom de vorm van de afsluitplaat achthoekig werd gemaakt in plaats van geheel aansluitend aan den halven bol; er blijft nu eenige ventilatie. De plaat is aan haar buitenzijde zwart geverfd, aan de binnenzijde werd het metaal blank gelaten.

Even boven het centrum van het halve boloppervlak bevindt zich een kleine opening, die door een dekseltje afgesloten kan worden en dient om den onderzoeker in staat te stellen, den proefpersoon tijdens de lichtadaptatie te observeeren. De lampen zijn om de andere in serie geschakeld, zoodat twee snoeren ontstaan, in één waarvan een weerstand is opgenomen. Op deze wijze

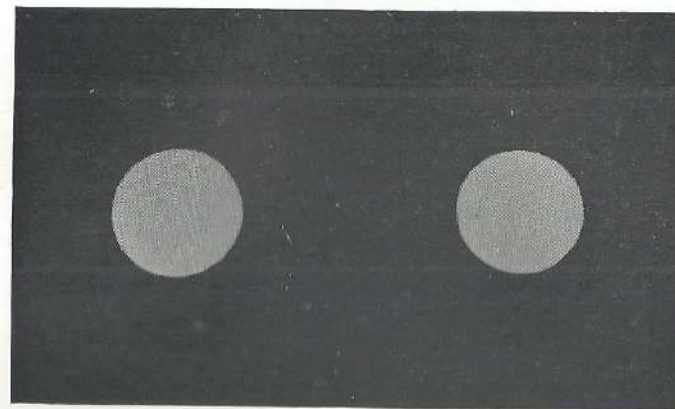


Fig. 6.

Photo van de ijking. In het geheel zwart geverfde vertrek zijn alleen de adaptometerschijf en het vergelijkingsplaatje zichtbaar.

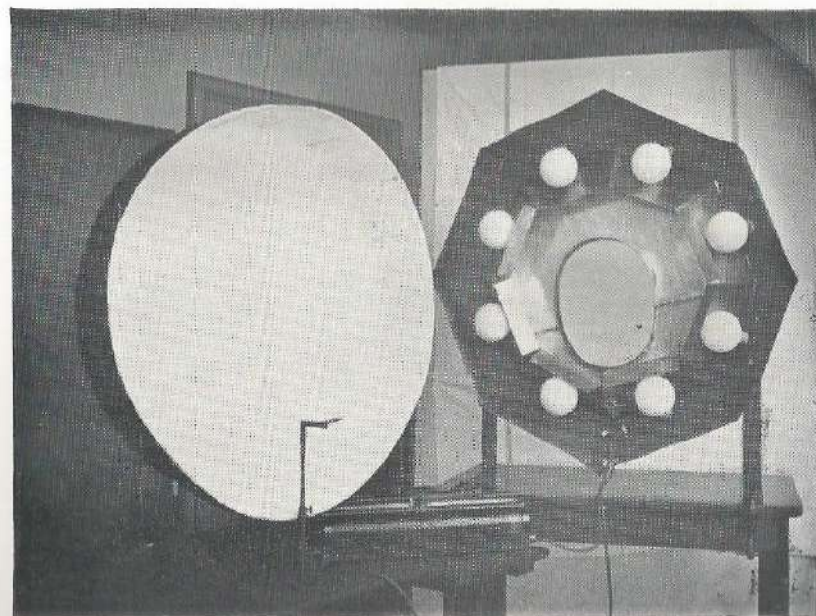


Fig. 7.

Lichtadaptatie-apparaat. De afsluitende plaat is gedemonteerd en op een aparte tafel geplaatst. Men ziet tegen de binnenzijde van de plaat aan.

is het mogelijk de verlichtingsintensiteit te regelen, ook kan men deze langzaam en geleidelijk doen toenemen of verminderen. Bij het toestel van Stargardt is de verlichting niet variabel; deze bedraagt in het centrum van den bol altijd 3000 lux. Het hier beschreven apparaat maakt variaties mogelijk van 100 tot 16000 lux (eveneens in het centrum van den halven bol gemeten, dus ter plaatse van het oog van den proefpersoon). Natuurlijk treedt bij de zwakste verlichtingen, ten gevolge van de werking van den weerstand, een kleurverschuiving in de richting van het rood op; deze is echter boven de 1000 lux nauwelijks waarneembaar.

Daar zowel Müller en Matthey als Hertel van een lichtadaptatie aan 3000 lux uitgingen, hield ook ik mij hieraan, ten einde een vergelijking van de resultaten mogelijk te maken. Hierbij had ik slechts 4 lampen nodig, zoodat het toestel op één stopcontact kon branden en de rheostaat steeds in één stand bleef. Het apparaat is echter bedoeld als een universeel lichtadaptatie-instrument, waarmee ook intensiteiten kunnen worden bereikt, die vroeger meestal met behulp van het zonlicht verkregen werden (door den blik te richten op witte wolken bij helder weer enz.).

De monoculaire lichtadaptatie duurde 5 minuten. Het einde er van werd als het begin van de donkeradaptatie beschouwd, hoewel gewoonlijk nog eenige tijd — meestal een halve minuut — verliep, alvorens de patient voor den adaptometer had plaats genomen en de verlichting kon worden uitgeschakeld. Deze verlichting was echter zwak, zoodat ongetwijfeld het donkeradaptatie-proces na het beëindigen van de lichtadaptatie zeer snel in werking trad en deze wijze van tijdsberekening de minst onnauwkeurige is. Toch moet aan de in de eerste minuten genoteerde drempelwaarden niet te veel gewicht worden gehecht, daar de patient nog onvoldoende geoefend is en vaak door entoptische verschijnselen

wordt gestoord. De gebruikte adaptometer was te lichtzwak om de drempelwaarden, die een halve minuut na het beëindigen van de lichtadaptatie aan 3000 lux bestaan, te kunnen meten. Hij werd ingesteld op maximale vlakhelderheid van de schijf en ik noteerde, na hoeveel tijd de patient de schijf waarnam. De volgende meting geschiedde 5 minuten na het begin van de donkeradaptatie. Tot de twintigste minuut werden de bepalingen met intervallen van 5, daarna tot het einde van het uur met intervallen van 10 minuten verricht.

Na 50 minuten werd het verband weggenomen en de drempelwaarde gemeten van het oog, dat niet lichtgeadapteerd was. Daarna stelde ik den binoculair drempel vast. Deze bepalingen werden eenige malen herhaald en de gemiddelde uitkomst genoteerd. Als eindwaarde beschouwde ik de uitkomst van de laatste meting van dát oog, dat vooraf lichtgeadapteerd was. Alle waarden voor dit oog rekende ik om op een standaardpupil van 50 mm² (8 mm diameter).

RESULTATEN.

De bespreking van de resultaten moet aanvangen met die der exacte metingen, daar deze ook een aanwijzing geven, in hoeverre aan de bepalingen zonder mydriasis en lichtadaptatie waarde te hechten is.

Over de conclusies, welke uit de anamnesen te trekken zijn, werd reeds het een en ander medegedeeld. De klacht over schijnbewegingen was het frequentst; deze ontbrak nimmer. Hoofdpijn werd in het meerendeel der gevallen aangegeven; duizeligheid bestond zelden in sterken graad, wel vaak als af en toe optredend symptoom; klachten over slecht zien buiten een nystagmusaanval waren zeldzaam. De getalsverhoudingen van de frequentie dezer klachten zijn in het tweede hoofdstuk vermeld, ter vergelijking met de cijfers van Zeiss, waarvan zij aanmerkelijk afwijken. Echter blijkt zoowel uit het materiaal van Zeiss als uit het mijne, dat de schijnbewegingen het hoofdsymptoom vormen.

Klachten, die men zonder meer aan een donkeradaptatiestoornis kan toeschrijven, hoort men slechts in enkele gevallen. Dan krijgt men vaak opvallend nauwkeurige beschrijvingen, zooals er eenige vermeld zijn in het tweede hoofdstuk. Daarentegen hoort men practisch altijd, dat lichten bij avond uitermate hinderlijk zijn. Reeds werd opgemerkt, dat dit verschijnsel niet altijd verklaard kan worden uit het feit, dat bij avond de nystagmus toeneemt en de aanwezigheid van lichten dan schijnbewegingen veroorzaakt. Ook in gevallen, waarin de nystagmus reeds bij daglicht sterk is, hoort men deze klacht. Men moet aannemen, dat een omgeving met sterke con-

trasten voor een lijder aan mijnwerkersnystagmus zeer hinderlijk is, veel hinderlijker dan voor een normaal individu.

Wat de mentaliteit van de patienten aangaat, in doorsnede maakten zij bij het in 1937 verrichte onderzoek een veel betrouwbaarder indruk dan bij dat van 1935. De oorzaak hiervan is ongetwijfeld de groote verbetering in de economische omstandigheden, waarvan de uitwerking later nader zal worden toegelicht.

Een stoornis in den visus, welke niet uit den toestand van het oog verklaard kon worden, werd alleen gevonden bij patienten, die den indruk maakten te aggraveeren. Zonder uit een klein materiaal als het mijne bindende conclusies te willen trekken, lijkt het mij niet onwaarschijnlijk, dat men zelfs tot de conclusie aggraviatie gerechtigd is uit het aangeven van een sterk verminderden visus, indien geen enkel objectief verschijnsel dezen verklaart.

Tijdens den nystagmus is de zaak natuurlijk geheel anders. Vrij regelmatig bleek de visus dan 0,1—0,2 te bedragen (gemiddeld 0,17). Er bestond geen duidelijk verband met de sterkte van den nystagmus. De laagste visus werd gevonden bij een psychopathischen arbeider, die echter wel een zeer sterken nystagmus had, de gezichtscherpte varieerde tusschen 1/60 en 5/60. De bij dezen man gevonden waarden zijn uit de statistiek geëlimineerd, daar hij geheel onbetrouwbaar in zijn aangiften bleek te zijn.

De bewering van Anderson, dat astigmatisme de meest frequente oorzaak van den nystagmus zou zijn, vindt in mijn materiaal geen steun. Refractieafwijkingen van noemenswaardige grootte waren zeldzaam. Ook andere oogafwijkingen zag ik niet vaak; éénmaal werd een uitgebreide oude chorioretinitis gevonden, éénmaal nebulae corneae.

Als men lijders aan mijnwerkersnystagmus nauwkeurig

bestudeert, kan men zich niet aan den indruk onttrekken, dat een klinische indeeling naar de intensiteit van den nystagmus, hoewel in de practijk onontbeerlijk, van twijfelachtige waarde is. Het is gebruikelijk 4 graden te onderscheiden. De eerste omvat de gevallen, waarin de onwillekeurige oogbewegingen alleen optreden, wanneer de patient zoo sterk mogelijk naar boven ziet; bij nystagmus van den tweeden graad treden deze al op, als de blik minder sterk naar boven gericht is; de derde graad van nystagmus is bij horizontale blikrichting aanwezig, de vierde bij alle oogstanden (aangeduid als nystagmus I, II, III en IV). De bepaling moet hierbij in daglicht geschieden.

Men stuit echter bij deze indeeling vaak op bezwaren. In sommige gevallen is bij daglicht geen nystagmus op te wekken, doch treedt deze in hevige mate, tot onder de horizontaal, op, zoodra de man in het donker komt. Andere keeren is de invloed van het donker gering, doch reageert de patient zeer sterk op schudden met het hoofd of kniebuigingen. Ieder geval heeft in dit opzicht zijn eigenaardigheden en bij een indeeling in graden is het onbillijk, zich alleen te richten naar den toestand bij daglicht en lichamelijke rust.

Informeeren naar de meening van de arbeiders zelf over de oorzaak van hun kwaal levert weinig van waarde op. De meeste hebben op dit gebied hun eigen opvatting. De een beschuldigt het verhoogde arbeidstempo, een ander den luchtstroom of het schokken van den „Abbauhammer”, een derde het in de oogen dringende zweet en stof, weer anderen de moderne sterke lampen.

Klachten over te zwakke verlichting hoort men nooit; beschrijft een nystagmuslijder zijn bezwaren tegen de verlichting, dan hoort men steeds, dat deze te „scharf”, te „grel” en daardoor verblindend is. Men trekke hieruit echter niet de conclusie, dat de arbeiders de zwakste lampen zouden prefereren. Zij verkiezen moderne lam-

pen met groote lichtsterkte, mits deze voorzien zijn van een melkglazen mantel. Het is niet de verhoogde verlichtingssterkte, waarover de mijnwerker klaagt, doch de hoge lichtdichtheid van de niet afgeschermden lichtbronnen, zooals sommige soorten van vaste pijlverlichting en sterk concentreerende voorhoofdlampen. Bij normale mijnwerkers vindt men ook wel aanduidingen van deze bezwaren, doch in veel mindere mate dan bij de nystagmuslijders; deze zijn als het ware gesensibiliseerd voor contrasten.

Bij de bespreking van het ziektebeeld werd reeds medegedeeld, dat ik blepharospasmus in 8% van de gevallen vond. Dit werd op het totale materiaal berekend (146 patienten). Tremoren van een zoodanigen graad, dat zij als apart symptoom dienen te worden vermeld, waren zeldzaam.

Terugkeerende tot de exacte bepalingen, moet opgemerkt worden, dat de correctie voor de pupilwijdte geenszins overbodig bleek te zijn. Bij jongere individuen ziet men de diameter van de pupil onder homatropine vrij regelmatig ± 8 mm worden. Bij oudere menschen is dit, zooals bekend, herhaaldelijk niet het geval, en wordt de middellijn niet grooter dan 6,5, soms slechts 6 mm. Berekent men in het laatste geval de oppervlakte, dan is deze 28,3 mm² tegen 50 mm² bij een pupil van 8 mm diameter, een verschil, dat zeker niet verwaarloosd mag worden.

Op de vraag, of de medicamenteuze mydriasis en de voorafgaande lichtadaptatie invloed hebben op de eindwaarden, geeft de volgende tabel een antwoord, hoewel de invloed van deze beide factoren niet afzonderlijk is na te gaan:

Drempelwaarden der nystagmuspatienten na 50 minuten donkeradaptatie.

Patient	a Oog met niet verwijde pupil, niet licht- geadapteerd.	b Oog met ver- wijde pupil, licht- geadapteerd.	c Gecorrigeerd op 50 mm ² pupillopper- vlakte.	d Binoculair (geen correctie voor de pupil- wijdte).
I	5,6	4,15	3,43	1,96
II	0,77	0,63	0,49	0,60
III	0,84	1,26	1,15	0,49
IV	3,08	2,52	2,23	2,8
V	1,4	1,96	1,72	1,19
VIII	1,96	1,26	1,26	1,4
IX	0,7	0,7	0,9	1,4
X	2,24	2,24	2,24	1,4
XI	0,98	0,84	0,84	0,84
XII	1,4	1,4	1,4	0,42
XIII	0,56	0,49	0,43	0,25
XIV	3,36	5	5	2,24
XV	1,68	1,96	1,7	1,4
XVI	0,84	0,98	0,66	0,70
XVII	1,96	2,52	1,4	1,96
XVIII	0,63	0,63	0,5	0,17
XXI	2,8	1,4	1,24	1,26
XXII	2,52	2,24	1,9	1,96
XXIII	1,12	0,98	0,65	0,49
XXIV	0,84	0,84	0,84	0,49
XXV	1,4	1,4	1,4	1,26
XXVI	1,4	1,4	1,24	1,26
Gemiddelden:	1,73	1,67	1,53	1,14

Alle waarden zijn uitgedrukt in milliarden lamberts (λ) en zijn bepaald na 50 tot 60 min. donkeradaptatie. Waarden boven 5 λ zijn geëlimineerd, daar zij de totale resultaten meer beïnvloeden, dan haar betekenis als individueel geval rechtvaardigt.

Volledigheidshalve mogen zij hier vermeld worden:

Patient				
VI	11,2 (nebula corneae)	4,48	4,2	4,2
XIX	56	95,2	84	56
XX	8,4	16,8	13	5,4

Uit de cijfers blijkt, dat de lichtadaptatie en de mydriasis weinig systematischen invloed op de eindwaarden hebben gehad. Waarschijnlijk is dit het gevolg van den langen duur van de donkeradaptatie. Hertel, die betoogt, dat verschillen in de lichtadaptatie ook verschillen in de eindwaarden ten gevolge hebben, adapteert slechts 20 minuten. Het ligt voor de hand, dat de invloed van de lichtadaptatie weg moet vallen, als men maar lang genoeg adapteert. Men mag aannemen, dat in 50—60 minuten een vrijwel stationnaire toestand is ingetreden. Nagel¹²⁾ vermoedde weliswaar, dat zelfs na 16 uur nog een toeneming van gevoeligheid kan optreden, doch de snelheid van het proces is na een uur zoo sterk afgenomen, dat men met de later optredende veranderingen in de practijk geen rekening behoeft te houden. Dat er evenwel op dit punt belangrijke individuele verschillen voorkomen, leert de vergelijking van de volgende curven. (fig. 8). De proefpersonen waren normale individuen van ongeveer gelijken leeftijd (27 en 28 jaar). A.D. (met de snelste adaptatie!) was licht myoop, I.H. emmetroop. De getrokken lijnen geven de curven voor het oog, dat lichtgeadapteerd was en een artificeel verwijde pupil had, de stippellijnen die voor het andere oog.

Zooals men ziet, valt de lijn van het lichtgeadapteerde oog bij A.D. reeds na 20 min. samen met die van het niet lichtgeadapteerde, terwijl zij bij I.H. na 50 min. nog niet volkomen die van het niet lichtgeadapteerde oog bereikt.

Daar na een uur donkeradaptatie de invloed van eventueel voorafgegane lichtadaptatie in ieder geval prac-

tisch is verdwenen, mag men uit de tabel besluiten, dat de pupilwijdte van het niet ingedruppelde oog gemiddeld ongeveer gelijk was aan die van het met homatropine voorbehandelde oog. De fout, die men maakt door geen mydriasis toe te passen, is niet het gevolg van het feit, dat men hierdoor verschillen in pupilgrootte laat bestaan — deze blijven ook bij mydriasis aanwezig — doch dat men deze verschillen niet meten en daardoor geen correctie toepassen kan. De pupilgrootte bij daglicht geeft onvoldoende aanwijzing over die in het donker, zooals b.v. de metingen van Reeves¹³⁾ aantonen.

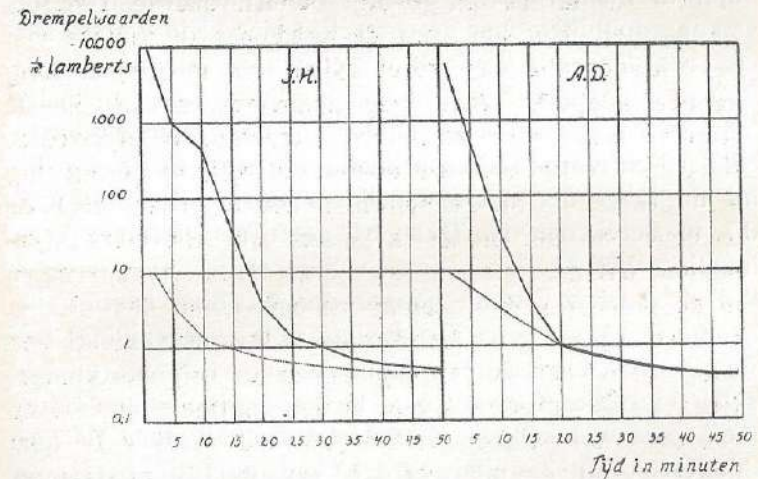


Fig. 8.

Donkeradaptatiecurven van 2 normale personen.

Getrokken lijn: curve van het linker oog

(voor de proef 5 min. geadapteerd aan 3000 lux).

Stippellijn: curve van het rechter oog (geen lichtadaptatie, bij den aanvang der bepalingen reeds ± 10 min. onder verband).

Een ander nadeel van het achterwege laten van mydriasis is, dat de uit de metingen geconstrueerde curve niet alleen de gevoeligheidstoename van de retina weergeeft, doch dat er tevens de verandering in pupilwijdte op niet verder te analyseeren wijze in verwerkt is.

Ten einde van de grootte der fouten, door de verschillen in pupildiameter veroorzaakt, een indruk te krijgen, vergelijkte men de tweede en derde kolom van de tabel op pag. 85. In een bepaald geval kan de fout zeer groot zijn, b.v. bij patient XVII (80%); beschouwt men de gemiddelden van de beide groepen, dan is zij betrekkelijk gering (9%). Voor de beoordeeling van één geval zijn de mydriasis en pupilmeting dus noodzakelijk, bij de vergelijking van groepen kunnen zij desnoods achterwege blijven.

Bij 15 normale personen vond ik toevalligerwijze de pupil in homotropinemydriasis weinig afwijken van de standaardpupil, zoodat de correcties hier klein waren. De eindwaarden voor de beide oogen waren constant gelijk, terwijl weer slechts op één oog pupilverwijding en lichtadaptatie toegepast was. De verhouding tusschen binoculair en monoculair prikkelrempel was 0,75, terwijl uit de tabel der nystagmuslijders een verhouding van 0,7 te berekenen is. (Nagel geeft als normale verhouding 0,6).

Ten aanzien van de hoogte der waarden beschik ik over een grooter normalen-materiaal ter vergelijking. Bij jonge menschen varieert de eindrempelwaarde (monoculair) tusschen 0,25 en 0,4 λ , bij oudere individuen vindt men soms wat hoogere waarden, tot 0,65 λ toe. Als gemiddelde van 25 eindwaarden van normale personen vond ik 0,4 λ . De snelheid, waarmede de eindwaarde bereikt wordt, varieert aanmerkelijk. Adapteert men 50 tot 60 minuten, dan blijken de curven elkander ten slotte echter zeer dicht te naderen.

Berekent men uit mijn normalen-materiaal de uiterste grens van het physiologische σ op de wijze, zooals H. K. Müller dit deed:

$$\sigma = \pm 3 \sqrt{\frac{\sum \alpha^2}{n}}$$

waarin α de afwijking van de aparte waarneming van het gemiddelde voorstelt, dan komt men op 0,75 λ .

Ten einde de mogelijkheid buiten te sluiten, dat ten gevolge van den kleinen omvang van het normalen-materiaal de grens toch nog te laag werd gesteld, verhoogde ik bij mijn beoordeelingen deze waarde en noemde alleen eindwaarden boven 1 λ pathologisch. Bezieet men nu wederom de tabellen, dan blijken van de 25 nystagmuslijders 17 een stoornis in de adaptatie te vertoonen, die als pathologisch beschouwd moet worden. Slechts in sommige gevallen bereikt deze stoornis een hoogen graad, in de meeste is zij van matige intensiteit.

Wil men de patienten in groepen onderbrengen, dan kan men dit als volgt doen:

goede adaptatie	— eindwaarde	0 — 0,5 λ :	2
minder goede adaptatie	— „	0,5 — 1 λ :	6
matig gestoorde adaptatie	— „	1 — 2 λ :	10
sterk gestoorde adaptatie	— „	2 — 5 λ :	4
zeer sterk gestoorde adaptatie	— „	5 en > 5 λ :	3

Vergelijkt men deze cijfers met die, welke ik bij 91 lijders aan mijnwerkersnystagmus vond, zonder dat mydriasis en lichtadaptatie toegepast waren, dan blijkt er voldoende overeenkomst te bestaan om de conclusie te mogen trekken, dat bij den mijnwerkersnystagmus de adaptatie meestal gestoord is.

Bij deze 91 patienten vond ik nl. de volgende verdeling:

eindwaarde	0 — 0,5 λ :	geen
„	0,5 — 1 λ :	8
„	1 — 2 λ :	47
„	2 — 5 λ :	32
„	5 en > 5 λ :	4

Ook hier blijkt de groep met lichte stoornissen het grootst te zijn; er is echter naar beide zijden minder

spreading, zoowel naar den kant van de extreem gestoorden als naar dien van de normalen.

Staat het vast, dat in een groot aantal gevallen van mijnwerkersnystagmus de adaptatie gestoord is, dan rijst de vraag, of deze stoornis bij de ziekte behoort, of dat zij ook gevonden wordt bij personen, die lang ondergronds werkzaam zijn geweest, zonder dat zij nystagmus hebben gekregen. Het antwoord geeft het onderzoek van de normale mijnwerkers, 44 in getal:*)

eindwaarde	0 — 0,5 λ :	21
"	0,5 — 1 λ :	4 (+ 8 bij wie toevallig nystagmus werd gevonden)
"	1 — 2 λ :	1 (+ 2 dubieus)
"	2 — 5 λ :	geen
"	5 en > 5 λ :	geen

Hier moet direct aan toegevoegd worden, dat bij 8 arbeiders nystagmus werd gevonden, zonder dat zij zich van deze afwijking bewust waren. Deze 8 vertoonden geen van allen een pathologische stoornis in de adaptatie; voorzeker een feit, dat aandacht verdient.

Drie arbeiders bleken een lichte adaptatiestoornis te bezitten. Een van dezen had een jaar te voren eenige maanden ziekengeld gehad wegens nystagmus, een ander gaf aan, in den laatsten tijd opgemerkt te hebben, dat de lampen soms schenein rond te draaien bij het werk. Hoewel bij beiden tijdens het onderzoek geen nystagmus was op te wekken, moeten zij toch als dubieuze gevallen beschouwd worden en blijft er slechts één arbeider over in de groep der licht gestoorden, die als normaal mag gelden.

Het ligt dus voor de hand aan te nemen, dat de

*) In totaal werden 50 normale mijnwerkers onderzocht; hiervan werden er echter eenige wegens oogafwijkingen als myopia gravis en maculae corneae, andere wegens slecht aangeven (te lage waarden!) uit deze statistiek geëlimineerd.

adaptatiestoornis als een symptoom van den mijnwerkersnystagmus beschouwd moet worden, daar zij bij normale mijnwerkers zeldzaam is. Deze conclusie zou niet juist zijn, wanneer de onderzochte nystagmuspatienten steeds oudere arbeiders met een langen ondergrondschen diensttijd waren geweest, terwijl het normale vergelijkingsmateriaal hoofdzakelijk uit jonge arbeiders gerecruteerd was. Dit was niet het geval. Het aantal ondergrondse dienstjaren was bij de normalen gemiddeld 16,8, bij de nystagmuspatienten 20. Dit onderscheid is niet groot genoeg om het aanmerkelijke verschil in de frequentie van de adaptatiestoornissen te verklaren (3% bij de normalen, 86% bij de nystagmuslijders).

Toch meen ik, dat men uit mijn materiaal niet de gevolgtrekking mag maken, dat de adaptatiestoornissen een symptoom zijn van den mijnwerkersnystagmus. Het feit, dat bij de normale mijnwerkers, die zich ziek gemeld hadden, zeer frequent adaptatiestoornissen werden gevonden, doch bij geen der 8 arbeiders, die geen bezwaren van hun nystagmus ondervonden, zou hiermede moeilijk in overeenstemming te brengen zijn.

Veel beter kan men de feiten verklaren door aan te nemen, dat een belangrijk deel der subjectieve bezwaren van de patienten door de adaptatiestoornissen wordt veroorzaakt. Dan wordt het begrijpelijk, dat men bij de nystagmuslijders, die zich ziek gemeld hebben — bij wie dus de subjectieve bezwaren intensief zijn — de adaptatiestoornissen regelmatig aantreft, terwijl arbeiders met nystagmus zonder (veel) bezwaren een vrijwel normale adaptatie vertoonen. Het is reeds lang bekend, dat de mijnwerkersnystagmus op zichzelf weinig bezwaren behoeft te veroorzaken. Het is waarschijnlijk, dat deze in een groot deel der gevallen pas storend worden als de adaptatiestoornis als complicatie optreedt.

Aanvaardt men deze beschouwingswijze, dan moet men de adaptatiestoornissen van groot belang achten. Zou

het nl. mogelijk zijn deze stoornissen te voorkomen, dan zou de mijnwerkersnystagmus veel minder invaliditeit veroorzaken. Zoowel voor de lijders als voor de mijnwerkersfondsen zou dit van groote beteekenis zijn. De vraag, wat de oorzaak van de stoornissen in den lichtzin kan zijn, zal in het volgende hoofdstuk behandeld worden.

Volledigheidshalve deel ik hier de eindwaarden van de 8 arbeiders, bij wie toevallig nystagmus werd gevonden, mede:

H. F.	ny II	eindwaarde	0,21 %
J. A.	ny I	"	0,56 %
C. G.	ny I	"	0,77 %
W. E.	ny II	"	0,77 %
F. v. d. K.	ny I	"	0,49 %
C. B.	ny III	"	0,42 %
P. R.	ny III	"	0,91 %
H. G.	ny I	"	0,84 %

Gemiddelde eindwaarde 0,62 %

Een overzicht van de resultaten der verrichte bepalingen vindt men in fig. 9.

De eerste groep omvat de nystagmuslijders, die met mydriasis en lichtadaptatie onderzocht werden, de tweede groep de nystagmuspatienten, die zonder deze maatregelen geadapteerd werden. Uit de groep der normale arbeiders zijn de 8, bij wie nystagmus gevonden werd, weggelaten.

Vergelijkt men in de verschillende gevallen de intensiteit van den nystagmus met die van de adaptatiestoornis, dan blijkt geen vaste correlatie te bestaan. In het algemeen vindt men de sterke adaptatiestoornissen wel bij de ernstige vormen van nystagmus. Er zijn echter zoowel patienten met nystagmus III, die een normale adaptatie hebben, als arbeiders met lichten nystagmus en een sterke adaptatiestoornis.

Dit feit is geheel in overeenstemming met de opvatting, dat mijnwerkersnystagmus en adaptatiestoornissen — hoewel beide het gevolg van den ondergrondischen arbeid — twee min of meer van elkander onafhankelijke verschijnselen zijn. (Een zekere restrictie moet hierbij gemaakt worden, daar men, indien een volledige onafhankelijkheid bestond, ook adaptatiestoornissen zou moeten vinden bij mijnwerkers zonder nystagmus, hetgeen slechts zelden het geval is.)

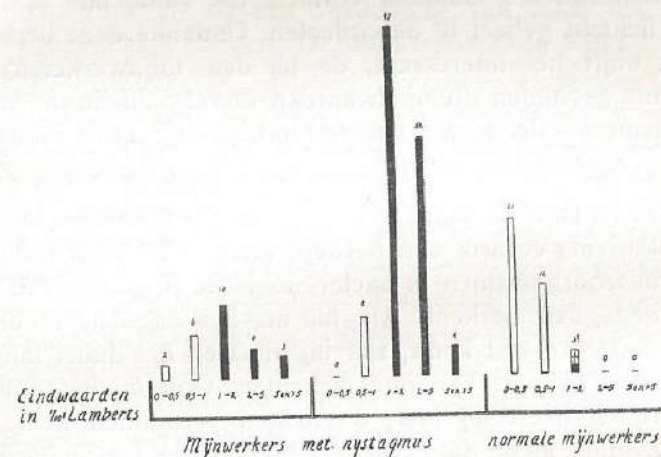


Fig. 9.

Samenvatting der resultaten van de adaptatiebepalingen bij mijnwerkers.
Wit: normale adaptatie. Zwart: gestoorde adaptatie.

Een andere vraag, nl. of de verhooging van de dremelwaarden niet een direct gevolg van den nystagmus kan zijn, doordat deze de waarneming bemoeilijkt, moet ontkennend worden beantwoord. Dit volgt reeds uit het ontbreken van een positieve correlatie tusschen den graad van den nystagmus en van de adaptatiestoornis. Verder is bekend, dat met de peripherie van de retina eerder bewegende, dan stilstaande objecten worden waargenomen. Ten overvloede deed ik nog een controleproef op

een lijder aan congenitalen nystagmus. Ofschoon de nystagmus een zeer groote intensiteit had, waren de drempelwaarden volkomen normaal (eindwaarde 0,3 λ).

Het is niet gemakkelijk uit te maken, hoe sterk de verhooging van de drempelwaarden moet zijn, om hemeralopische bezwaren te kunnen veroorzaken. Reeds eerder werd betoogd, dat het waarschijnlijk niet juist is, hier een vast verband te eischen, daar het geenszins zeker is, dat de drempelwaarden in het verloop der donkeradaptatie een maatstaf vormen, die voldoende is om den lichtzin geheel te beoordeelen. Ondanks deze beperking blijft het interessant, de bij den mijnwerkersnystagmus gevonden drempelwaarden te vergelijken met die bij hemeralopieën van anderen oorsprong. Hier mogen twee voorbeelden volgen:

A. A. B. ♂ 58 jaar.

Patient, veearts van beroep, klaagt er over, dat hij microorganismen in bacteriologische preparaten minder goed herkent. Als hij uit het daglicht in een duisterten stal komt, ziet hij niets en het duurt lang, voor hij wat kan onderscheiden. Ook bij het autorijden heeft hij last; de lichten verblinden hem 's avonds meer dan vroeger, hij kan de instrumenten op het dashboard niet goed meer zien.

Het oogheelkundig onderzoek maakte waarschijnlijk, dat de oorzaak een beginnend glaucoma chronicum was; de visus was nog normaal. Er bleek een uitgesproken adaptatiestoornis te bestaan, de eindwaarde bedroeg 3,6 λ .

De klachten van de volgende patiente doen sterk aan die van de mijnwerkers denken:

S. F. ♀ 21 jaar.

Last met het zien in den schemer. Patiente durft 's avonds niet te fietsen, zelfs bijna niet meer de

straat op te gaan. Als het heelemaal donker is, heeft zij minder last, dan wanneer er lichten op zijn; vooral de autolichten zijn hinderlijk.

Zij heeft 2 broers en 4 zusters. Eén zuster heeft dezelfde bezwaren.

Patiente, die psychisch een volkomen normalen indruk maakt, heeft een ongestoorden visus; er zijn behalve een lichte hypermetropie geen oogafwijkingen. Zij is zeer moeilijk te lichtadapteen; het duurt verscheidene minuten, voor zij bij een verlichting van 3000 lux de oogen open kan houden. De donkeradaptatie blijkt licht gestoord, eindwaarde 1,85 λ .

Ook bij deze beide voorbeelden blijkt de verhooging der drempelwaarden geen maatstaf te zijn voor de subjectieve bezwaren. Het meisje, dat de sterkste subjectieve bezwaren heeft, blijkt lagere drempelwaarden te bezitten dan de glaucoompatient. Vooral haar geval is leerzaam, omdat het een visueel apparaat betreft, waaraan behalve een gestoorde lichtzin, geen afwijkingen zijn te vinden. Hier moeten dus alle subjectieve bezwaren, welke zeer veel met die van de nystagmuspatienten gemeen hebben, beschouwd worden als een gevolg van de stoornis in den lichtzin. De mogelijkheid, dat een belangrijk deel van de klachten der lijdens aan mijnwerkersnystagmus op de adaptatiestoornissen berust, wordt door dit geval geaccentueerd.

Een ander verschijnsel, dat het meisje vertoonde, nl. een bemoeilijkte lichtadaptatie, vindt men eveneens af en toe bij den mijnwerkersnystagmus. Bij enkele patienten nam ik waar, dat door het opvoeren van de verlichting in het lichtadaptatieapparaat een heftige nystagmusaanval werd opgewekt. In verband hiermede moge de oude waarneming van Dransart nog eens gereleveerd worden, dat arbeiders met beginnenden nystagmus vaak alleen bezwaren hebben bij het verlaten van de mijn.

Volledigheidshalve mogen zij hier vermeld worden:

Patient				
VI	11,2 (nebula corneae)	4,48	4,2	4,2
XIX	56	95,2	84	56
XX	8,4	16,8	13	5,4

Uit de cijfers blijkt, dat de lichtadaptatie en de mydriasis weinig systematischen invloed op de eindwaarden hebben gehad. Waarschijnlijk is dit het gevolg van den langen duur van de donkeradaptatie. Hertel, die betoogt, dat verschillen in de lichtadaptatie ook verschillen in de eindwaarden ten gevolge hebben, adapteert slechts 20 minuten. Het ligt voor de hand, dat de invloed van de lichtadaptatie weg moet vallen, als men maar lang genoeg adapteert. Men mag aannemen, dat in 50—60 minuten een vrijwel stationnaire toestand is ingetreden. Nagel¹²⁾ vermoedde weliswaar, dat zelfs na 16 uur nog een toeneming van gevoeligheid kan optreden, doch de snelheid van het proces is na een uur zoo sterk afgenomen, dat men met de later optredende veranderingen in de practijk geen rekening behoeft te houden. Dat er evenwel op dit punt belangrijke individuele verschillen voorkomen, leert de vergelijking van de volgende curven. (fig. 8). De proefpersonen waren normale individuen van ongeveer gelijken leeftijd (27 en 28 jaar). A.D. (met de snelste adaptatie!) was licht myoop, I.H. emmetroop. De getrokken lijnen geven de curven voor het oog, dat lichtgeadapteerd was en een artificeel verwijde pupil had, de stippellijnen die voor het andere oog.

Zooals men ziet, valt de lijn van het lichtgeadapteerde oog bij A.D. reeds na 20 min. samen met die van het niet lichtgeadapteerde, terwijl zij bij I.H. na 50 min. nog niet volkomen die van het niet lichtgeadapteerde oog bereikt.

Daar na een uur donkeradaptatie de invloed van eventueel voorafgegane lichtadaptatie in ieder geval prac-

tisch is verdwenen, mag men uit de tabel besluiten, dat de pupilwijdte van het niet ingedruppelde oog gemiddeld ongeveer gelijk was aan die van het met homatropine voorbehandelde oog. De fout, die men maakt door geen mydriasis toe te passen, is niet het gevolg van het feit, dat men hierdoor verschillen in pupilgrootte laat bestaan — deze blijven ook bij mydriasis aanwezig — doch dat men deze verschillen niet meten en daardoor geen correctie toepassen kan. De pupilgrootte bij daglicht geeft onvoldoende aanwijzing over die in het donker, zooals b.v. de metingen van Reeves¹³⁾ aantonen.

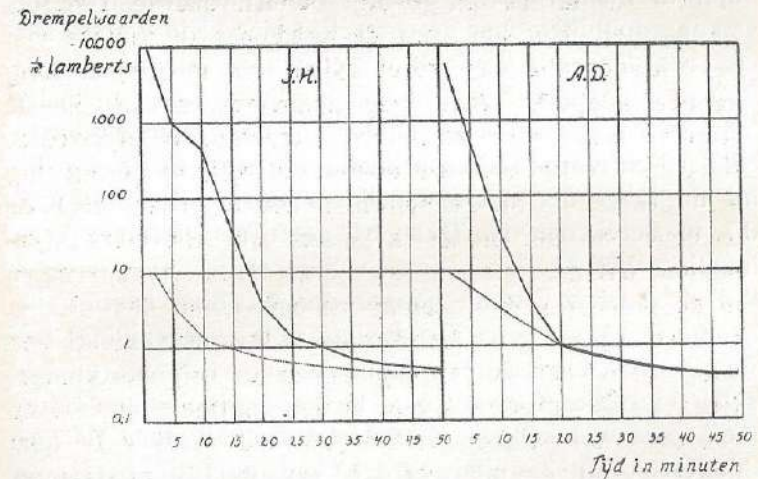


Fig. 8.

Donkeradaptatiecurven van 2 normale personen.

Getrokken lijn: curve van het linker oog

(voor de proef 5 min. geadapteerd aan 3000 lux).

Stippellijn: curve van het rechter oog (geen lichtadaptatie, bij den aanvang der bepalingen reeds ± 10 min. onder verband).

Een ander nadeel van het achterwege laten van mydriasis is, dat de uit de metingen geconstrueerde curve niet alleen de gevoeligheidstoename van de retina weergeeft, doch dat er tevens de verandering in pupilwijdte op niet verder te analyseeren wijze in verwerkt is.

Ten einde van de grootte der fouten, door de verschillen in pupildiameter veroorzaakt, een indruk te krijgen, vergelijkte men de tweede en derde kolom van de tabel op pag. 85. In een bepaald geval kan de fout zeer groot zijn, b.v. bij patient XVII (80%); beschouwt men de gemiddelden van de beide groepen, dan is zij betrekkelijk gering (9%). Voor de beoordeeling van één geval zijn de mydriasis en pupilmeting dus noodzakelijk, bij de vergelijking van groepen kunnen zij desnoods achterwege blijven.

Bij 15 normale personen vond ik toevalligerwijze de pupil in homotropinemydriasis weinig afwijken van de standaardpupil, zoodat de correcties hier klein waren. De eindwaarden voor de beide oogen waren constant gelijk, terwijl weer slechts op één oog pupilverwijding en lichtadaptatie toegepast was. De verhouding tusschen binoculair en monoculair prikkelrempel was 0,75, terwijl uit de tabel der nystagmuslijders een verhouding van 0,7 te berekenen is. (Nagel geeft als normale verhouding 0,6).

Ten aanzien van de hoogte der waarden beschik ik over een grooter normalen-materiaal ter vergelijking. Bij jonge menschen varieert de eindrempelwaarde (monoculair) tusschen 0,25 en 0,4 λ , bij oudere individuen vindt men soms wat hoogere waarden, tot 0,65 λ toe. Als gemiddelde van 25 eindwaarden van normale personen vond ik 0,4 λ . De snelheid, waarmede de eindwaarde bereikt wordt, varieert aanmerkelijk. Adapteert men 50 tot 60 minuten, dan blijken de curven elkander ten slotte echter zeer dicht te naderen.

Berekent men uit mijn normalen-materiaal de uiterste grens van het physiologische σ op de wijze, zooals H. K. Müller dit deed:

$$\sigma = \pm 3 \sqrt{\frac{\sum \alpha^2}{n}}$$

waarin α de afwijking van de aparte waarneming van het gemiddelde voorstelt, dan komt men op 0,75 λ .

Ten einde de mogelijkheid buiten te sluiten, dat ten gevolge van den kleinen omvang van het normalen-materiaal de grens toch nog te laag werd gesteld, verhoogde ik bij mijn beoordeelingen deze waarde en noemde alleen eindwaarden boven 1 λ pathologisch. Bezieet men nu wederom de tabellen, dan blijken van de 25 nystagmuslijders 17 een stoornis in de adaptatie te vertoonen, die als pathologisch beschouwd moet worden. Slechts in sommige gevallen bereikt deze stoornis een hoogen graad, in de meeste is zij van matige intensiteit.

Wil men de patienten in groepen onderbrengen, dan kan men dit als volgt doen:

goede adaptatie	— eindwaarde	0 — 0,5 λ :	2
minder goede adaptatie	— „	0,5 — 1 λ :	6
matig gestoorde adaptatie	— „	1 — 2 λ :	10
sterk gestoorde adaptatie	— „	2 — 5 λ :	4
zeer sterk gestoorde adaptatie	— „	5 en > 5 λ :	3

Vergelijkt men deze cijfers met die, welke ik bij 91 lijders aan mijnwerkersnystagmus vond, zonder dat mydriasis en lichtadaptatie toegepast waren, dan blijkt er voldoende overeenkomst te bestaan om de conclusie te mogen trekken, dat bij den mijnwerkersnystagmus de adaptatie meestal gestoord is.

Bij deze 91 patienten vond ik nl. de volgende verdeling:

eindwaarde	0 — 0,5 λ :	geen
„	0,5 — 1 λ :	8
„	1 — 2 λ :	47
„	2 — 5 λ :	32
„	5 en > 5 λ :	4

Ook hier blijkt de groep met lichte stoornissen het grootst te zijn; er is echter naar beide zijden minder

spreading, zoowel naar den kant van de extreem gestoorden als naar dien van de normalen.

Staat het vast, dat in een groot aantal gevallen van mijnwerkersnystagmus de adaptatie gestoord is, dan rijst de vraag, of deze stoornis bij de ziekte behoort, of dat zij ook gevonden wordt bij personen, die lang ondergronds werkzaam zijn geweest, zonder dat zij nystagmus hebben gekregen. Het antwoord geeft het onderzoek van de normale mijnwerkers, 44 in getal:*)

eindwaarde	0 — 0,5 λ :	21
"	0,5 — 1 λ :	4 (+ 8 bij wie toevallig nystagmus werd gevonden)
"	1 — 2 λ :	1 (+ 2 dubieus)
"	2 — 5 λ :	geen
"	5 en > 5 λ :	geen

Hier moet direct aan toegevoegd worden, dat bij 8 arbeiders nystagmus werd gevonden, zonder dat zij zich van deze afwijking bewust waren. Deze 8 vertoonden geen van allen een pathologische stoornis in de adaptatie; voorzeker een feit, dat aandacht verdient.

Drie arbeiders bleken een lichte adaptatiestoornis te bezitten. Een van dezen had een jaar te voren eenige maanden ziekengeld gehad wegens nystagmus, een ander gaf aan, in den laatsten tijd opgemerkt te hebben, dat de lampen soms schenein rond te draaien bij het werk. Hoewel bij beiden tijdens het onderzoek geen nystagmus was op te wekken, moeten zij toch als dubieuze gevallen beschouwd worden en blijft er slechts één arbeider over in de groep der licht gestoorden, die als normaal mag gelden.

Het ligt dus voor de hand aan te nemen, dat de

*) In totaal werden 50 normale mijnwerkers onderzocht; hiervan werden er echter eenige wegens oogafwijkingen als myopia gravis en maculae corneae, andere wegens slecht aangeven (te lage waarden!) uit deze statistiek geëlimineerd.

adaptatiestoornis als een symptoom van den mijnwerkersnystagmus beschouwd moet worden, daar zij bij normale mijnwerkers zeldzaam is. Deze conclusie zou niet juist zijn, wanneer de onderzochte nystagmuspatienten steeds oudere arbeiders met een langen ondergrondschen diensttijd waren geweest, terwijl het normale vergelijkingsmateriaal hoofdzakelijk uit jonge arbeiders gerecruteerd was. Dit was niet het geval. Het aantal ondergrondsche dienstjaren was bij de normalen gemiddeld 16,8, bij de nystagmuspatienten 20. Dit onderscheid is niet groot genoeg om het aanmerkelijke verschil in de frequentie van de adaptatiestoornissen te verklaren (3% bij de normalen, 86% bij de nystagmuslijders).

Toch meen ik, dat men uit mijn materiaal niet de gevolgtrekking mag maken, dat de adaptatiestoornissen een symptoom zijn van den mijnwerkersnystagmus. Het feit, dat bij de normale mijnwerkers, die zich ziek gemeld hadden, zeer frequent adaptatiestoornissen werden gevonden, doch bij geen der 8 arbeiders, die geen bezwaren van hun nystagmus ondervonden, zou hiermede moeilijk in overeenstemming te brengen zijn.

Veel beter kan men de feiten verklaren door aan te nemen, dat een belangrijk deel der subjectieve bezwaren van de patienten door de adaptatiestoornissen wordt veroorzaakt. Dan wordt het begrijpelijk, dat men bij de nystagmuslijders, die zich ziek gemeld hebben — bij wie dus de subjectieve bezwaren intensief zijn — de adaptatiestoornissen regelmatig aantreft, terwijl arbeiders met nystagmus zonder (veel) bezwaren een vrijwel normale adaptatie vertoonen. Het is reeds lang bekend, dat de mijnwerkersnystagmus op zichzelf weinig bezwaren behoeft te veroorzaken. Het is waarschijnlijk, dat deze in een groot deel der gevallen pas storend worden als de adaptatiestoornis als complicatie optreedt.

Aanvaardt men deze beschouwingswijze, dan moet men de adaptatiestoornissen van groot belang achten. Zou

het nl. mogelijk zijn deze stoornissen te voorkomen, dan zou de mijnwerkersnystagmus veel minder invaliditeit veroorzaken. Zoowel voor de lijders als voor de mijnwerkersfondsen zou dit van groote beteekenis zijn. De vraag, wat de oorzaak van de stoornissen in den lichtzin kan zijn, zal in het volgende hoofdstuk behandeld worden.

Volledigheidshalve deel ik hier de eindwaarden van de 8 arbeiders, bij wie toevallig nystagmus werd gevonden, mede:

H. F.	ny II	eindwaarde	0,21 %
J. A.	ny I	"	0,56 %
C. G.	ny I	"	0,77 %
W. E.	ny II	"	0,77 %
F. v. d. K.	ny I	"	0,49 %
C. B.	ny III	"	0,42 %
P. R.	ny III	"	0,91 %
H. G.	ny I	"	0,84 %

Gemiddelde eindwaarde 0,62 %

Een overzicht van de resultaten der verrichte bepalingen vindt men in fig. 9.

De eerste groep omvat de nystagmuslijders, die met mydriasis en lichtadaptatie onderzocht werden, de tweede groep de nystagmuspatienten, die zonder deze maatregelen geadapteerd werden. Uit de groep der normale arbeiders zijn de 8, bij wie nystagmus gevonden werd, weggelaten.

Vergelijkt men in de verschillende gevallen de intensiteit van den nystagmus met die van de adaptatiestoornis, dan blijkt geen vaste correlatie te bestaan. In het algemeen vindt men de sterke adaptatiestoornissen wel bij de ernstige vormen van nystagmus. Er zijn echter zoowel patienten met nystagmus III, die een normale adaptatie hebben, als arbeiders met lichten nystagmus en een sterke adaptatiestoornis.

Dit feit is geheel in overeenstemming met de opvatting, dat mijnwerkersnystagmus en adaptatiestoornissen — hoewel beide het gevolg van den ondergrondischen arbeid — twee min of meer van elkander onafhankelijke verschijnselen zijn. (Een zekere restrictie moet hierbij gemaakt worden, daar men, indien een volledige onafhankelijkheid bestond, ook adaptatiestoornissen zou moeten vinden bij mijnwerkers zonder nystagmus, hetgeen slechts zelden het geval is.)

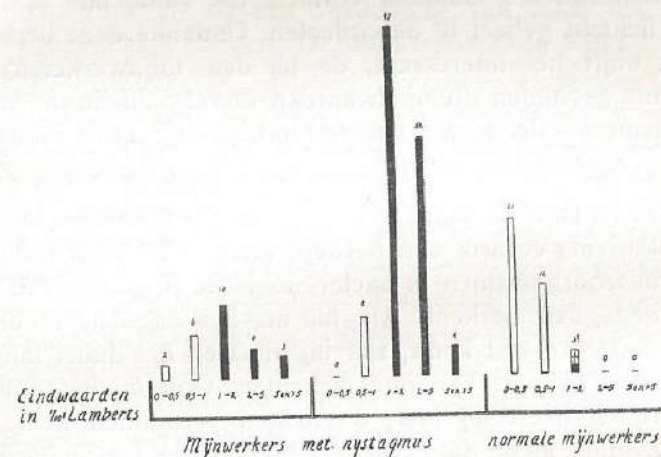


Fig. 9.

Samenvatting der resultaten van de adaptatiebepalingen bij mijnwerkers.
Wit: normale adaptatie. Zwart: gestoorde adaptatie.

Een andere vraag, nl. of de verhooging van de dremelwaarden niet een direct gevolg van den nystagmus kan zijn, doordat deze de waarneming bemoeilijkt, moet ontkennend worden beantwoord. Dit volgt reeds uit het ontbreken van een positieve correlatie tusschen den graad van den nystagmus en van de adaptatiestoornis. Verder is bekend, dat met de peripherie van de retina eerder bewegende, dan stilstaande objecten worden waargenomen. Ten overvloede deed ik nog een controleproef op

een lijder aan congenitalen nystagmus. Ofschoon de nystagmus een zeer groote intensiteit had, waren de drempelwaarden volkomen normaal (eindwaarde 0,3 λ).

Het is niet gemakkelijk uit te maken, hoe sterk de verhooging van de drempelwaarden moet zijn, om hemeralopische bezwaren te kunnen veroorzaken. Reeds eerder werd betoogd, dat het waarschijnlijk niet juist is, hier een vast verband te eischen, daar het geenszins zeker is, dat de drempelwaarden in het verloop der donkeradaptatie een maatstaf vormen, die voldoende is om den lichtzin geheel te beoordeelen. Ondanks deze beperking blijft het interessant, de bij den mijnwerkersnystagmus gevonden drempelwaarden te vergelijken met die bij hemeralopieën van anderen oorsprong. Hier mogen twee voorbeelden volgen:

A. A. B. ♂ 58 jaar.

Patient, veearts van beroep, klaagt er over, dat hij microorganismen in bacteriologische preparaten minder goed herkent. Als hij uit het daglicht in een duisterten stal komt, ziet hij niets en het duurt lang, voor hij wat kan onderscheiden. Ook bij het autorijden heeft hij last; de lichten verblinden hem 's avonds meer dan vroeger, hij kan de instrumenten op het dashboard niet goed meer zien.

Het oogheilkundig onderzoek maakte waarschijnlijk, dat de oorzaak een beginnend glaucoma chronicum was; de visus was nog normaal. Er bleek een uitgesproken adaptatiestoornis te bestaan, de eindwaarde bedroeg 3,6 λ .

De klachten van de volgende patiente doen sterk aan die van de mijnwerkers denken:

S. F. ♀ 21 jaar.

Last met het zien in den schemer. Patiente durft 's avonds niet te fietsen, zelfs bijna niet meer de

straat op te gaan. Als het heelemaal donker is, heeft zij minder last, dan wanneer er lichten op zijn; vooral de autolichten zijn hinderlijk.

Zij heeft 2 broers en 4 zusters. Eén zuster heeft dezelfde bezwaren.

Patiente, die psychisch een volkomen normalen indruk maakt, heeft een ongestoorden visus; er zijn behalve een lichte hypermetropie geen oogafwijkingen. Zij is zeer moeilijk te lichtadapteeren; het duurt verscheidene minuten, voor zij bij een verlichting van 3000 lux de oogen open kan houden. De donkeradaptatie blijkt licht gestoord, eindwaarde 1,85 λ .

Ook bij deze beide voorbeelden blijkt de verhooging der drempelwaarden geen maatstaf te zijn voor de subjectieve bezwaren. Het meisje, dat de sterkste subjectieve bezwaren heeft, blijkt lagere drempelwaarden te bezitten dan de glaucoompatient. Vooral haar geval is leerzaam, omdat het een visueel apparaat betreft, waaraan behalve een gestoorde lichtzin, geen afwijkingen zijn te vinden. Hier moeten dus alle subjectieve bezwaren, welke zeer veel met die van de nystagmuspatienten gemeen hebben, beschouwd worden als een gevolg van de stoornis in den lichtzin. De mogelijkheid, dat een belangrijk deel van de klachten der lijdens aan mijnwerkersnystagmus op de adaptatiestoornissen berust, wordt door dit geval geaccentueerd.

Een ander verschijnsel, dat het meisje vertoonde, nl. een bemoeilijkte lichtadaptatie, vindt men eveneens af en toe bij den mijnwerkersnystagmus. Bij enkele patienten nam ik waar, dat door het opvoeren van de verlichting in het lichtadaptatieapparaat een heftige nystagmusaanval werd opgewekt. In verband hiermede moge de oude waarneming van Dransart nog eens gereleveerd worden, dat arbeiders met beginnenden nystagmus vaak alleen bezwaren hebben bij het verlaten van de mijn.

Doch ook, zonder dat een nystagmusaanval hiervoor verantwoordelijk kan worden gesteld, blijkt, dat bij sommige nystagmuslijders de lichtadaptatie slechts door zéér langzaam opvoeren van de intensiteit tot stand kan worden gebracht. Weliswaar ziet men dit minder dan men uit de anamnesen zou verwachten. Klachten over verblind zijn bij zonnig weer en bij sterke kunstverlichting zijn in het grootste deel van de gevallen aanwezig, doch de in het experiment tot uiting komende stoornis in de lichtadaptatie slechts in enkele. Hoe dit zij, een onderzoek van de lichtadaptatie bij lijders aan mijnwerkersnystagmus zou misschien belangrijke resultaten kunnen hebben, doch de uiterst moeilijke techniek zal hier voorloopig wel een beletsel blijven.

Wat den vorm der curven aangaat, zij opgemerkt, dat in de gevallen, waarin normale eindwaarden werden bereikt, het verloop der adaptatiekromme in haar geheel meestal normaal was; een enkelen keer was er een duidelijke verlangzaming van het proces. Waren de eindwaarden pathologisch, dan lagen meestal ook de drempels in de eerste 20 minuten wat te hoog, echter in veel mindere mate dan met de eindwaarden het geval was. De groote verschillen komen pas na 20 minuten aan den dag; de lichtgevoeligheid van den normale stijgt na dit tijdstip nog aanmerkelijk, die van den nystagmuslijder weinig.

In fig. 10 zijn, naast de normale, 4 curven van nystagmuspatienten uitgezet. Pat. V had een lichte, pat. I en IV een sterkere adaptatiestoornis, terwijl pat. XX tot de zeer sterk gestoorden behoorde. Door de geometrische progressie van de ordinaat schijnen de lichte stoornissen naar verhouding op een grootere schaal afgebeeld dan de sterke.

Samenvattend kan gezegd worden, dat de resultaten van mijn onderzoek in groote trekken overeenkomen met die van Weekers¹⁰⁶⁾ en niet met die van Ohm⁷⁶⁾.

Bij normale mijnwerkers vindt men zelden adaptatiestoornissen, bij de arbeiders, die zich wegens nystagmus ziek gemeld hebben, in 86% van de gevallen. Bij nystagmuslijders, die met hun afwijking konden doorwerken, vond ik een normale adaptatie. Dit komt slechts gedeeltelijk overeen met de toevoeging van Weekers, dat

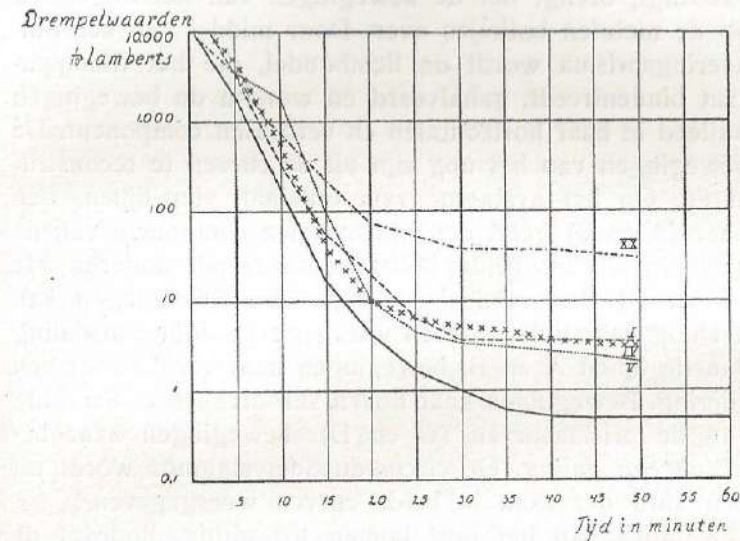


Fig. 10.

Voorbeelden van adaptatiekrommen bij lijders aan mijnwerkersnystagmus. De getrokken lijn geeft de gemiddelde normale curve weer.

alleen in gevallen van lichten nystagmus met weinig subjectieve verschijnselen de adaptatie normaal wordt bevonden. Wel is er nl. een verband tusschen de sterkte van de subjectieve bezwaren en die van de adaptatiestoornis, echter niet tusschen deze laatste en de intensiteit van den nystagmus.

Ten slotte volgt hier de afbeelding van het nystagmogram van twee patienten. De opnemingen geschieden met het gemodificeerde apparaat van Struycken. Daar

coll. H. Navis binnenkort de door hem aangebrachte modificaties uitvoerig zal beschrijven, wil ik er hier niet nader op ingaan. Genoeg zij te vermelden, dat het beeld gefilmd wordt van twee sterk verlichte metalen bolletjes, die door armpjes verbonden zijn met een kapje, dat op de cornea wordt gebracht. Daar dit kapje zich vastzuigt, brengt het de bewegingen van het oog goed op de metalen bolletjes over. Door middel van een omkeeringsprisma wordt de lichtbundel, die het filmapparaat binnentreedt, gehalveerd en worden de bewegingen ontleed in haar horizontalen en verticalen component. De bewegingen van het oog zijn uit de curven te reconstruëren. Op het nystagmogram ontstaan vier lijnen. Eén paar (A en B) geeft den horizontalen component van de bewegingen der beide bolletjes weer, het andere paar (C en D) den verticalen component. Bewegingen van het oog naar links worden weergegeven door een daling van de lijnen A en B, bewegingen naar rechts door een stijging. Bewegingen naar boven veroorzaken een stijging van de prismacurven (C en D), bewegingen naar beneden een daling. De circumductie-nystagmus wordt uit den aard der zaak in beide curven weergegeven.

Rotaties van het oog komen tot uiting, doordat de lijnen, die overeenkomstige toppen in de lijnen A en B of C en D verbinden, niet evenwijdig lopen. Uit de hoeken, die de verbindingslijnen onderling maken, kan de draaiingshoek van het oog worden berekend.

De curven geven dus minder een aanschouwelijk beeld, dan wel een ontleding van de oogbewegingen in haar diverse componenten. Het voordeel is echter, dat beter dan met andere methoden van nystagmographie een exacte analyse van de eigenschappen der verschillende vormen van nystagmus mogelijk is.

Beschouwt men de beide nystagmogrammen in fig. 11, dan ziet men, dat de eerste patient een circumductienystagmus vertoont, terwijl de tweede een verticalen

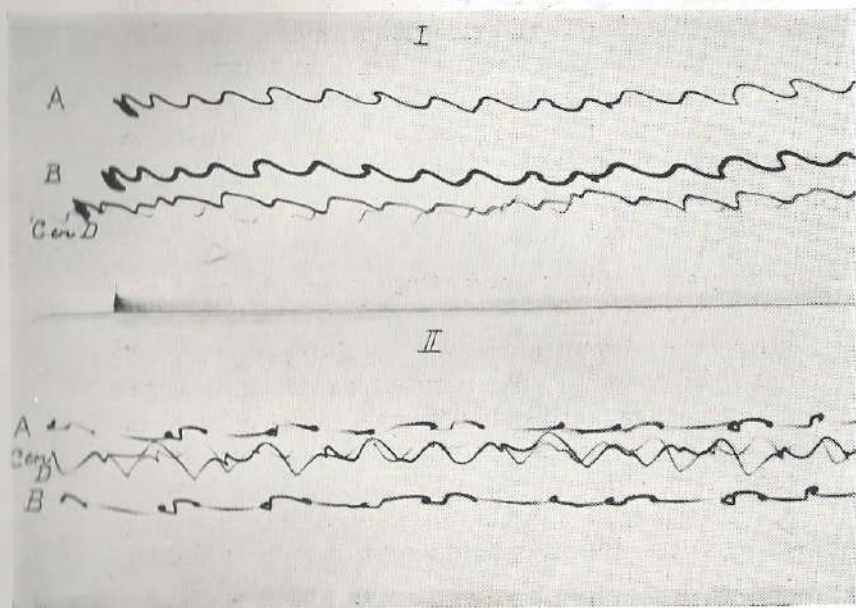


Fig. 11.

Twee nystagmogrammen van mijnwerkers.
In het tweede nystagmogram een combinatie van
calorischen en mijnwerkers-nystagmus.

nystagmus heeft. Het bovenste nystagmogram is uit golvende bewegingen samengesteld, de prismacurven C en D laten hier en daar zeer fraai de fijne onregelmatigheden zien, welke deze golvende bewegingen storen. Het onderste nystagmogram vertoont een combinatie van mijnwerkersnystagmus met calorischen nystagmus. Duidelijk ziet men de kleine rukken van den laatste gesuperponeerd op de undulatoire bewegingen van den mijnwerkersnystagmus. De streepjeslijn onder de curven is afkomstig van het tijdsein (afstand tusschen twee streepjes $\frac{1}{50}$ sec.).

De analyses luiden:

Nystagmogram I Rechter oog. Opgenomen bij naar boven gericht blik.

Frequentie: 4 toppen per sec. (± 240 per min.).

Baan: Ellipsvormig, de lengteas van de ellips is gericht van rechts boven naar links onder en maakt een hoek met de horizontaal van 45° .

Amplitude: $4^\circ 30'$

Duur van één heen- en weergaande beweging 0,30 sec. Beide fasen hebben gelijken tijdsduur (0,15 sec.).

Hoeksnelheid: $\pm 30^\circ$ per sec.

Nystagmogram II Rechter oog. Opgenomen bij naar boven gericht blik.

Frequentie: 5 toppen per sec. (± 300 per min.).

Baan: Voornamelijk golvende verticale uitslagen, af en toe zeer onregelmatig en een enkelen keer gepaard gaande met geringe horizontale excursies.

Amplitude: Varieert van $7^\circ 40'$ tot 8° .

Hoeksnelheid: 70° tot 80° per sec.

Na het uitspuiten van het linker oor met koud water ontstaat in de horizontale en in de verticale curve een kleine uitslag van vestibulair type.

THEORETISCHE BESCHOUWINGEN OVER DE AETIOLOGIE VAN DEN MIJNWERKERSNYSTAGMUS EN DE ADAPTATIESTOORNISSEN.

De belangrijkste theorieën, die over de aetiologie van den mijnwerkersnystagmus werden opgebouwd, zijn:

- I. de vestibulaire theorie,
- II. de vergiftigingstheorie,
- III. de theorie der uitputting van de heffende spieren van het oog,
- IV. de „donkertheorie”.

1. *De vestibulaire theorie.*

De aanhangers van deze theorie zijn uitgegaan van de volgende feiten:

1. uit het vestibulairapparaat kan nystagmus in alle richtingen worden opgewekt en
2. de mijnwerkersnystagmus kan alle richtingen hebben.

De vraag, of de mijnwerkersnystagmus mogelijk van vestibulair oorsprong is, lag hiermede voor de hand.

Het eerste tegenargument is, dat het grondtype van den mijnwerkersnystagmus undulatoir is, terwijl de vestibulaire nystagmus steeds den rukvorm vertoont. Ohm heeft getracht, deze impasse te ontgaan, door te verklaren, dat de slinger- en de ruknystagmus in wezen gelijk zijn. Er werd reeds op gewezen, dat zijn conceptie van het ontstaan van den ruknystagmus uit „Reize” en „Oberreize” met bepaalde frequentieverhouding en fasenver-

schuiving niet juist kan zijn, daar de snelle phase in de narcose verdwijnt en geen undulatoiren nystagmus, doch een *déviacion conjuguee* achterlaat. Ook andere feiten, die de vestibulaire theorie meer en meer op den achtergrond gedrongen hebben, zijn reeds eerder genoemd. De voornaamste zijn:

bij lijders aan mijnwerkersnystagmus verlopen alle labyrinthaire reacties normaal;

extirpatie van de labyrinten bij dieren met donkernystagmus doet dezen nystagmus niet verdwijnen, zelfs is de donkernystagmus bij dieren zonder labyrint nog op te wekken (De Kleyn en Versteegh⁵⁹);

indien een calorische nystagmus wordt opgewekt bij honden met donkernystagmus, ontstaat in het nystagmogram een superpositie. Indien men twee verschillende vormen van vestibulair nystagmus gelijktijdig laat ontstaan, is dit nimmer het geval, ook niet, als hun frequenties sterk uiteenlopen; er ontstaat één nystagmus met nieuwe frequentie (Le Heux en De Kleyn⁴⁷).

Ten slotte pleit het feit, dat het mogelijk is bij pasgeboren dieren een slingernystagmus op te wekken door hen in het donker te laten verblijven, indirect tegen de vestibulaire theorie, evenals tegen alle andere theorieën, die den invloed van het donker willen uitschakelen of verkleinen.

II. *De vergiftigingstheorie.*

Laat men het bovengenoemde indirecte tegenargument buiten beschouwing, dan lijkt de vergiftigingstheorie zeer aanvaardbaar, daar alle symptomen van den mijnwerkersnystagmus zonder eenige geforceerdheid als symptomen van een chronische vergiftiging kunnen worden opgevat.

Deze vergiftiging zou veranderingen in het centrale zenuwstelsel moeten teweeg brengen. Hieruit kunnen de nystagmus, de hoofdpijn, de duizeligheid, de tremoren zonder meer verklaard worden en ook de adaptatiestoornissen zijn met een intoxicatie zeer goed overeen te brengen.

Het ligt voor de hand, dat de vergiftiging langs de ademhalingswegen tot stand zou moeten komen. De analyse der gassen, die in de steenkolenmijnen voorkomen, biedt echter weinig houvast. Het mijngas, methaan, komt er in wisselende percentages in voor. Volgens de mijnreglementen moet het werk gestaakt worden, zodra het methaangehalte van de lucht 1% bedraagt. In het algemeen blijft het verre onder dit cijfer en bevat de lucht slechts enkele duizendste deelen van genoemd gas. De meeste pharmacologen vatten het methaan bovendien als een indifferent gas op, dat pas schadelijk wordt, zodra het de zuurstof verdringt en dat op déze wijze ten slotte tot ademstilstand leidt. Een narcotische werking verkrijgt men slechts door inademing onder druk. Volgens Flury en Zernik (Schädliche Gase³²)) werkt methaan bij de muis pas in concentraties van 2,5—3 atmosferen narcotisch; de kat is echter gevoeliger, reeds bij 87% methaan treedt narcose op. Bij den mensch veroorzaakten 50—80% hoofdpijn en slaperigheid (de duur van de inwerking is niet aangegeven); inademing van een mengsel van 5 volumina methaan tegen 1 zuurstof gedurende verscheidene uren bracht geen narcose teweeg. Over de mogelijkheid van een chronische methaanvergiftiging heb ik geen pharmacologische gegevens kunnen vinden. Het moet ook zeer moeilijk zijn, hierover eenigszins zuivere proeven te nemen.

Indien het juist is, dat methaan alleen werkt, doordat het de zuurstof verdringt, kan het in de mijnen geen schadelijken invloed bezitten, daar de concentraties voor

een dergelijke werking te gering zijn. Bovendien wordt de minimale vermindering van zuurstofgehalte door den verhoogden atmosferischen druk gecompenseerd, een feit, waarop de hoofdmijnarts Dr. Vossenaar mijn aandacht vestigde.

De mogelijkheid, dat het methaan zelf een toxische werking bezit, is echter niet geheel buiten te sluiten. Van de hogere termen der koolwaterstofreeks is de toxische werking bekend. Deze stijgt echter sterk met het moleculairgewicht, zoodat het de vraag is, of zij bij het methaan reeds bestaat. (Voor de muis verhouden de iso-narcotische hoeveelheden van octaan en pentaan zich b.v. als 1:16). In ieder geval is het een feit, dat door de acute benzinevergiftiging bewustzijnsstoornissen en tremoren kunnen ontstaan en volgens Zeiss ook nystagmus.

Een duidelijke correlatie tusschen het methaangehalte van de lucht en de nystagmusfrequentie der verschillende mijnen zou een sterk argument voor de vergiftigingstheorie zijn. Zeiss heeft getracht, deze correlatie aan te toonen, doch bij de mijnen, welke hij onderzocht, ging steeds een hoog methaanpercentage gepaard aan een hoog stofgehalte van de lucht en dit laatste beïnvloedt zeer sterk de verlichting. Zijn resultaten kunnen daardoor op twee wijzen worden uitgelegd.

De opvatting, dat een koolzuurvergiftiging de oorzaak van den mijnwerkersnystagmus zou zijn, (Hirsch³³)) kunnen wij stilzwijgend voorbijgaan. De ventilatie in de moderne steenkolenmijnen sluit deze mogelijkheid uit.

Robson³⁴) houdt het koolmonoxyde voor het schadelijke agens. Van dit gas komen echter slechts sporen in de mijnlucht voor, Mahler vond b.v. 0,002% in de uittrekkende lucht van Fransche mijnen. Roche³⁵) kon in 8 Engelsche mijnen geen koolmonoxyde aantoonen, alhoewel de gevoeligheid van de methode, welke hij gebruikte, 1 op 3 miljoen was.

Bij de acute koolmonoxydvergiftiging kan volgens Glaister en Logan wel in zeer enkele gevallen nystagmus optreden, doch dit is geen slingernystagmus. Bovendien zou de hypothese van Robson doen verwachten, dat nystagmus veel voorkomt bij arbeiders in cokesovens en gasfabrieken, hetgeen niet het geval is.

III. *De theorie der uitputting van de heffende spieren van het oog.*

Het moet het regelmatig optredend verschijnsel van het toenemen van den mijnwerkersnystagmus bij naar boven kijken geweest zijn, dat Dransart aanleiding gaf te veronderstellen, dat de mijnwerker tijdens zijn arbeid tot deze blikrichting gedwongen wordt. De nystagmus moet hierbij als vermoeidheidsverschijnsel worden opgevat. Daar bij het naar boven zien een neiging tot divergentie van de oogassen bestaat, die overwonnen moet worden door de convergentie, worden ook de recti mediales zwaar belast.

Tegen de genoemde voorstelling kan als bedenking worden ingebracht, dat van een dergelijke ontstaanswijze van nystagmus geen enkel ander voorbeeld te geven is. De nystagmus bij uiterst zijdelingsche blikrichting, in het Duitsch „Endstellungsnystagmus” genoemd, wordt wel door sommigen als een vermoeidheidsverschijnsel opgevat, doch hij treedt alleen op, zoolang de moeilijk vol te houden blikrichting geëischt wordt en is een typische ruknystagmus. Bovendien pleit het feit, dat hij vaak direct optreedt, als de blik sterk naar één kant gericht wordt, tegen de veronderstelling, dat hij als vermoeidheidsverschijnsel beschouwd moet worden.

Bij den mijnwerkersnystagmus kan men zich bovendien niet goed voorstellen, dat een vermoeidheid van spieren of nerveuze centra, die zoo ver gaat, dat zij een functiestoornis ten gevolge heeft, welke jaren lang kan blijven

bestaan, bij een groot deel van de lijdens geen of weinig subjectieve verschijnselen zou veroorzaken.

Dit zijn bezwaren, die ten hoogste op onwaarschijnlijkheden in de theorie wijzen. Het cardinale punt is echter, of het juist is, dat de arbeid in de pijlers tot voortdurend naar boven zien noodzaakt. Ofschoon in den aanvang Dransart's theorie vrijwel algemeen aanvaard werd, waren er toch sceptici, die beweerden, dat de houwer meestal recht voor zich uit of naar beneden ziet. Zoolang het tot de uitzonderingen behoorde, dat de artsen ondergronds hun opvattingen aan de werkelijkheid toetsten, behield deze strijdvraag een min of meer academisch karakter. In de latere jaren werd dit anders. Zeer uitgebreide ondergrondse onderzoeken zijn verricht door Bartels, Knepper en in het bijzonder door Zeiss. Deze auteurs, die als autoriteiten op dit gebied beschouwd moeten worden, zijn allen van meening, dat de mijnwerkers slechts bij uitzondering met naar boven gericht blik werken. Mijn zeer bescheiden ondergrondse ervaringen zijn hiermede in overeenstemming. In Nederland zijn weinig lagen zoo dik, dat de houters rechtopstaande kunnen werken. In plaats van de gebogen houding verkiezen zij steeds een knielende, zittende, of liggende positie, waarbij van overbelasting van de elevatoire spieren van het oog geen sprake is. Wel is dit het geval, als de arbeiders zich door de galerijen of de pijlers voortbewegen. Daarbij treedt ook op den duur een duidelijke vermoeidheid in de oogspieren op, door het met gebukt hoofd steeds in het oog houden van de steunbalken, welke het dak schragen. Men zou dus het meest nystagmus moeten vinden bij de opzichters, wier werk het is, voortdurend verschillende pijlers te doorkruisen om op- en aanmerkingen te geven. Dit is niet het geval. De nystagmus is verreweg het meest frequent bij de houters, die bij hun werk veel meer

aan één plaats zijn gebonden en betrekkelijk zelden naar boven behoeven te zien.

IV. De donkertheorie.

Deze theorie, tegenwoordig de meest verbreide, heeft als belangrijkste steunpunt de experimenten van Raudnitz⁹²). Het feit, dat het bij pasgeboren exemplaren van sommige diersoorten mogelijk is, door hen in het donker te doen verblijven, een nystagmus op te wekken, die in bijna alle opzichten met den mijnwerkersnystagmus overeenstemt, is van vrijwel beslissende beteekenis. Daar bij de dieren tevens blepharospasmus en tremor van den kop optreedt, is het niet voor de hand liggende feit bewezen, dat een verblijf in het donker voldoende kan zijn, om ook deze verschijnselen op te wekken.

Het eenige verschil tusschen den mijnwerkersnystagmus en den experimenteelen donkernystagmus is, dat in het eerste geval de onwillekeurige oogbewegingen alleen bij naar boven zien optreden, terwijl zij in het laatste geval in alle blikrichtingen aanwezig zijn. Weliswaar geeft Ohm⁷⁸) aan, dat in het beginstadium van den experimenteelen nystagmus deze eveneens het sterkst is, als het dier naar boven kijkt, doch dit is een vluchtig verschijnsel, terwijl het bij den mijnwerkersnystagmus een blijvend, karakteristiek symptoom is.

Ware het zoo, dat in het algemeen een nystagmus, die slechts af en toe manifest wordt, door naar boven zien kon worden opgewekt, dan zou men den mijnwerkersnystagmus kunnen beschouwen als een donkernystagmus, die alleen in bepaalde gevallen de intensiteit bereikt van den experimenteelen nystagmus. Dit is echter niet het geval. In de kliniek kan men herhaaldelijk gevallen waarnemen van nystagmus, die bepaalde aanleidingen behoeft om op te treden; onder deze aanleidingen speelt het naar boven richten van den blik echter zelden een

rol. In het eerste hoofdstuk is reeds vermeld, dat ik slechts twee gevallen kon vinden, waarbij de invloed van naar boven zien duidelijk was. De zeldzaamheid van het verschijnsel is niet in overeenstemming met de opvatting van Bielschowsky¹⁸), dat hierbij een algemeen geldend principe werkzaam zou zijn. Bielschowsky neemt aan, dat de neiging tot divergentie bij naar boven zien de binoculaire fixatie bemoeilijkt, terwijl aan deze laatste een remmende invloed op den nystagmus moet worden toegeschreven. Door het gedeeltelijk wegvallen van deze remming zou de nystagmus manifest worden.

Men is genoopt te erkennen, dat de donkertheorie den grooten invloed van het naar boven zien op den mijnwerkersnystagmus onvoldoende verklaart. Hetzelfde geldt voor een ander symptoom, de hoofdpijn. Dit verschijnsel, dat het beeld kan beheerschen, komt bij andere vormen van nystagmus te weinig voor, dan dat men het direct in verband kan brengen met de stoornissen in het zenuwstelsel, die de abnormale oogbewegingen ten gevolge hebben. Het is dan ook dit symptoom, dat steeds een aansporing is geweest om naar de mogelijkheid van een chronische vergiftiging te zoeken, waarbij de chronische koolmonoxydvergiftiging als voorbeeld wordt genomen.

Een ander argument, soms tegen de donkertheorie aangevoerd, is het feit, dat tot nog toe geen gevallen van nystagmus bekend zijn bij arbeiders in filmfabrieken. Inderdaad is dit een merkwaardig feit, waarvoor een passende verklaring moeilijk is te geven. Er zijn echter op dit gebied nog zoo weinig onderzoekingen gedaan, dat men beter doet gevolgtrekkingen voorloopig achterwege te laten.

Binnen het kader van de donkertheorie zijn verschillende opvattingen mogelijk over de wijze, waarop zich

de invloed van het donker voltrekt. Kortheidshalve zal ik deze hier aanduiden als:

- a. de scotoomtheorie,
- b. de theorie van den lichttonus.

De scotoomtheorie, reeds door Nuel verdedigd, gaat uit van het bekende feit, dat bij dalende verlichting van de omgeving de fovea centralis gaandeweg haar functie als gevoeligste plaats van de retina verliest en overdraagt aan perimaculaire gebieden. Er ontstaat dus in het schemerdonker een relatief centraal scotoom. De grondgedachte der scotoomtheorie is, dat bij de overdracht van functie op het perimaculaire gebied er zich een concurrentie kan ontwikkelen tusschen verschillende punten, die in gevoeligheid ongeveer overeenstemmen, waarbij het oog als het ware een speelbal wordt in dezen strijd. Dat het oog bij een verlichting, waarin het relatieve centrale scotoom bestaat, inderdaad afwisselend verschillende punten van de retina instelt, toonde Simon¹⁰⁰⁾ aan. Nadat Dodge²⁷⁾ en Dohlman²⁸⁾ aangetoond hadden, dat er een physiologische „fixatienystagmus” bestaat, waarvan de frequentie met die van de actiestroomen overeenstemt, en Dohlman bovendien gevonden had, dat de amplitude van dezen physiologischen nystagmus in het schemerdonker groter wordt, kreeg de scotoomtheorie veel aantrekkelijks. Men kon den gang van zaken stap voor stap volgen, de physiologische, grootere onwillekeurige oogbewegingen in het duister werden op den duur ingeslepen als een pathologische reactie, die het normale fixatiemechanisme verdrong. Bij volwassenen waren vele jaren noodig, alvorens een dergelijke onderdrukking van het normale fixatiemechanisme kon ontstaan; bij jonge kinderen en pasgeboren dieren, bij wie de fixatie nog onvolledig is ontwikkeld, kon het proces veel sneller plaats vinden.

Is deze voorstelling juist, dan moet men aannemen,

dat in het volkomen donker geen nystagmus ontstaat. Bartels^{7, 12)} trok uit zijn proeven op honden, waarbij hij de Nn.optici doorsneed, de conclusie, dat dit inderdaad het geval is. Na de doorsnijding ontstaat niet de typische slingernystagmus. Wordt zij toegepast op dieren, die reeds donkernystagmus hebben, dan verdwijnt deze nystagmus in een week, om plaats te maken voor blindenoogbewegingen. Reeds werd vermeld, dat Bartels op grond van deze experimenten voorstelde, de uitdrukking „donkernystagmus” te vervangen door „schemernystagmus” (Dämmerungszittern), daar hij het bewijs geleverd acht, dat het volkomen donker geen slingernystagmus veroorzaakt. Mijns inziens is deze conclusie niet gerechtvaardigd. Het is onomstootelijk aangetoond, dat de retina in het volkomen donker doorgaat prikkels uit te zenden. Men mag dus niet den toestand, zooals die intreedt na doorsnijding van de Nn.optici, gelijkstellen met het verblijf in het volkomen donker met een normaal visueel apparaat.

Het zal een groote schrede vooruit zijn, als door correct uitgevoerde experimenten is vastgesteld, of verblijf in het volkomen donker al of niet den typischen slingernystagmus kan opwekken. Blijkt dit wel het geval, dan is de scotoomtheorie weerlegd; indien niet, dan kunnen beide theorieën zich handhaven. Zoo lang op dit punt geen zekerheid heerscht, kan de term „donkernystagmus” blijven bestaan.

Principieel beschouwd sluiten de beide theorieën elkander niet uit, doch is de scotoomtheorie een speciaal onderdeel van de theorie van den lichttonus. In de praktijk bestaat er echter wel een tegenstelling tusschen beide, daar verschillende aanhangers van de theorie van den lichttonus (O h m b.v.) ontkennen, dat het wegvallen van de foveale functie bij het ontstaan van den mijnwerkersnystagmus een rol speelt. Zij nemen aan, dat een direct toniserende invloed op de oogspierkernen, resp. supra-

nucleaire centra, verbonden is aan de werkingen, die het licht op het gezichtsorgaan uitoefent.

Op het gebied van den tonus der oogspieren wachten nog vele vragen op een oplossing. Bartels¹¹⁾ noemt 5 soorten prikkels, die op den tonus werken:

1. sensibele (uitgaande van de oogspieren en de weefsels in de orbita),
2. vestibulaire,
3. centrale,
4. halsreflexen,
5. lichtprikkels.

Aan de tonische invloeden van het vestibulairapparaat, het centrale zenuwstelsel en die, welke worden opgewekt door verschillende hoofd-hals standen, komt een richtinggevend werking toe in dien zin, dat de prikkels, welke uitgaan van de linker hersenschors en het linker vestibulairapparaat de oogen naar rechts drijven, terwijl voor de prikkels van de rechterzijde het tegengestelde het geval is (vergelijk ook de proeven van Van der Hoeve en De Kleyn¹²⁾). Bij de werking van de sensibele impulsen en de lichtprikkels schijnt deze richtinggevend invloed te ontbreken, althans bij den mensch.

Of de centrale tonus van één of meer centra uitgaat, is onbekend. Volgens Bartels is alleen het bestaan van een corticalen tonus zeker; deze gaat uit van de basis der tweede frontaalwinding. Hij acht het twijfelachtig, of ook vanuit de achterhoofdkwab en het cerebellum oogbewegingen kunnen worden opgewekt; evenmin is het bestaan van de z.g. supranucleaire centra, die in de pons of Cc. quadrigemina zouden moeten liggen, bewezen.

De benaming „lichttonus” werd ingevoerd door Von Stein (1900). Hij nam aan, dat het licht op de geheele lichaamsmusculatuur een toniseerenden invloed heeft. Metzger toonde dezen invloed experimenteel bij den

mensch en het konijn aan. Hij kon door licht in één oog, of op een omschreven deel van de retina te werpen, contracties van bepaalde spiergroepen opwekken.

Het is dus niet gewaagd aan te nemen, dat het licht ook op de oogspieren een toniseerenden invloed uitoefent. Ohm heeft bij een groot aantal lijders aan nystagmus den remmenden invloed van het licht op den nystagmus kunnen aantoonen. Bartels kon dit bevestigen, doch wijst er op, dat verschillende andere momenten (verandering in fixatie b.v.) hierbij een rol spelen. Een merkwaardig voorbeeld van de werking van het licht op de oogspieren is ook het phenomeen van Bielschowsky. Zooals bekend, neemt men soms in gevallen van eenzijdige amblyopie of amaurose waar, dat het slecht ziende oog in het donker naar boven afwijkt, om bij belichting naar beneden te bewegen. Dit verschijnsel, dat in nauw verband staat met de alterneerende hyperphorie, heeft met deze het gedissocieerde karakter gemeen. De mijnwerkersnystagmus dankt zijn aparte plaats voor een groot deel eveneens aan de omstandigheid, dat hij gedissocieerd pleegt te zijn. De dissociatie komt nòch bij den vestibulair nystagmus, nòch bij den optokinetischen of centralen voor en wordt behalve bij den nystagmus der mijnwerkers alleen soms waargenomen bij dien der amblyopen.

De tegenwerping van Bielschowsky¹³⁾ tegen alle theorieën, die de baan van den mijnwerkersnystagmus over hooggelegen, supranucleaire, of zelfs corticale centra willen laten verlopen, is dus volkomen gerechtvaardigd. Vanuit deze centra worden altijd geassocieerde oogbewegingen opgewekt. De veronderstelling, dat een pathologische stoornis in één hunner aanleiding zou kunnen geven tot dissociatie, wordt voor zoover mij bekend, door geen enkel feit uit de neuropathologie gestaafd. Bovendien wordt zij onwaarschijnlijk gemaakt door de omstandigheid, dat bij lijders aan mijnwerkersnystagmus alle

geassocieerde bewegingen (cerebrale zoowel als vestibulaire) normaal verlopen.

Hiermede is in overeenstemming, dat men bij honden met donkernystagmus verschillende cortexgebieden heeft kunnen verwijderen, zonder dat dit invloed had op den nystagmus. Raudnitz extirpeerde de frontaalkwabben, Blohmke de occipitaalkwabben. Ohm beschouwt nog steeds als „centrum”, vanwaar de abnormale oogbewegingen opgewekt worden, den nucleus Deiters, o.a. omdat de rotatie van het oog alleen vestibulair gemakkelijk is op te wekken en deze bij den mijnwerkersnystagmus vaak voorkomt. Bartels, die aanvankelijk eveneens de centrale afwijking in de buurt der vestibulaire kernen wilde zoeken, kwam hiervan later terug en verlegde den zetel in het corpus striatum.

De halfzijdige doorsnijding van den fasciculus longitudinalis posterior ter isolatie van de vestibulaire kernen, door Blohmke uitgevoerd, wordt als niet geheel geslaagd beschouwd.

Het heeft weinig zin, zich in speculatieve beschouwingen over de mogelijke baan van de abnormale prikkels te verdiepen. Voortgezette dierexperimenten kunnen hier licht verschaffen.

Het werk van Adrian, Kohlrausch e.a. over het electroretinogram en de opticusstroomen beteekent voor de lichttonustheorie een belangrijke bijdrage. Niet alleen blijkt, dat de retina ook in het donker voortdurend prikkels uitzendt, doch Adrian vond bovendien, dat het correlaat eener toeneming van den lichtprikkel een verhooging der frequentie van de prikkels in de zenuw is⁵⁸). De toestand bij verblijf in het donker is dus gekenmerkt door de omstandigheid, dat deze frequentie voortdurend minimaal is. Daar aan den anderen kant verschillende feiten waarschijnlijk maken, dat de slingernystagmus berust op een daling der frequentie of onregelmatigheid der innervatiegolven, ziet men als het ware de twee uit-

einden van de reflexbaan voor zich, terwijl over het centrale deel niets anders met zekerheid is te zeggen, dan dat de baan niet over de cortex kan verlopen en moet monden, niet in de supranucleaire centra, doch in de oogspierkernen zelf.

Wat de veranderingen in functie van het motorische deel aangaat, de vondst van Dohlman, dat fysiologisch bij fixatie een „nystagmus” bestaat, die in frequentie overeenkomt met die van de actiestroomen, doet direct de vraag opkomen, of ook bij de pathologische vormen van slingernystagmus een analoge toestand bestaat. Dit is niet het geval. De frequentie der actiestroomen bij den nystagmus is volgens Perez-Cirena normaal. Bovendien ligt de bovengrens van de frequentie bij den mijnwerkersnystagmus daarvoor veel te laag (600-800 per minuut). Het is echter zeer goed denkbaar, dat het toniseerend centrum op het dalen van de frequentie der centripetale prikkels reageert met onregelmatige ontladingen. De aard dezer ontladingen zou men graphisch golfvormig moeten voorstellen en haar frequentie is waarschijnlijk lager, naarmate de stoornis sterker is.

Niet alleen bij den mijnwerkersnystagmus bestaat een omgekeerde verhouding tusschen de frequentie der oogbewegingen en den ernst van het geval, ook bij den slingernystagmus van amblyopen doet zij zich voor. In het algemeen mag men bij den laatste zeggen: hoe geringer de visusstoornis, hoe frequenter de nystagmus. Ook ziet men een nystagmusaanval meestal eindigen door toeneming van de frequentie en afnemende amplitude; de nystagmus gaat in den normalen toestand over, doordat de groote golfbewegingen verdwijnen en alleen de onzichtbare, véél kleinere en véél frequentere overblijven.

De vraag, of den adaptatiestoornissen in deze theoretische voorstellingen reeds een plaats is aan te wijzen, moet ontkennend worden beantwoord. In het algemeen weet

men van den gang van zaken bij het ontstaan van adaptatiestoornissen nog zeer weinig. De oorzaken zijn zoo menigvuldig (verblinding, avitaminose, leverziekten, zwangerschapsintoxicatie, retinaandoeningen e.a.), dat zij zeker niet alle op dezelfde wijze werkzaam zijn. De physico-chemische theorieën van het adaptatieproces sluiten de mogelijkheid in, dat de stoornissen ontstaan door een belemmering van de generatie en regeneratie van de chemische stoffen, die bij het proces werkzaam zijn en door afwijkingen in de cellen, waarin het proces zich afspeelt en haar zenuwgeleiding.

Het is hier niet de plaats om op de theorieën der donkeradaptatie uitvoerig in te gaan. Slechts eenige principes der theorieën van Hecht mogen hier volgen, daar deze theorieën de meest bevredigende verklaring van de verschillende fenomenen, die zich bij den lichtzin voordoen, geven. Volgens Hecht^{37, 38)} bestaat het photoreceptorisch proces uit verschillende reacties. De eerste is een photochemische reactie, waarbij een lichtgevoelige stof wordt ontleed in eenige (waarschijnlijk 3, doch voor de practijk is het aannemen van 2 reeds voldoende) componenten. Deze componenten brengen een tweede, chemische reactie in gang en hierbij ontstaat de substantie, die den zenuwprikkel voortbrengt. Onder den invloed van het licht wordt dus steeds meer van de photosensitieve substantie ontleed, er ontstaan steeds meer splitsingsproducten. Het grooter worden van den prikkel drempel verklaart Hecht door aan te nemen, dat tusschen de hoeveelheid splitsingsproducten, die juist een prikkel kan veroorzaken en de hoeveelheid, die op dat moment aanwezig was, een vaste verhouding bestaat³⁹⁾. Hoe sterker lichtadaptatie, des te meer splitsingsproducten en derhalve des te hooger de prikkel drempel.

De ontleding van de photochemische substantie is een reversibel proces. De hereeniging van de splitsingspro-

ducten tot de oorspronkelijke lichtgevoelige stof, die aan het proces der donkeradaptatie ten grondslag ligt, draagt de kenmerken van een eenvoudige bimoleculaire reactie. Aanvaardt men deze hypothese, dan kan men, door de wet van Van 't Hoff toe te passen, een theoretische donkeradaptatiecurve construeeren, die met de experimenteele zeer bevredigend overeenkomt. Ook de curve der intensiteiten-onderscheiding en de visus-verlichting-curve kunnen nu met eenvoudige veronderstellingen verklaard worden^{40, 41)}.

Lasareff⁴¹⁾ (zie ook bij Müller¹⁰⁾) neemt aan, dat bij de splitsing ten gevolge van de photochemische reactie ionen ontstaan, en dat deze de zenuwprikkeling teweegbrengen; verder, dat het regeneratief proces monomoleculair is.

Zonder hier verder op in te gaan moet worden opgemerkt, dat deze physico-chemische theorieën geen licht werpen op de aetiologie van de adaptatiestoornissen bij den mijnwerkersnystagmus. Het is onwaarschijnlijk, dat het werken bij zwakke verlichting op den duur het regeneratieve proces in de retina zou storen. Gaat men na, in welke andere opzichten het gezichtsorgaan van den mijnwerker in bijzondere omstandigheden verkeert, dan moet men mijns inziens in de eerste plaats de sterke contrasten van de omgeving noemen. Naast lichtbronnen, die in sterkte overeenkomen met verscheidene in andere mijnen gebruikelijke, zijn er de koolwanden, die vaak minder dan 10% reflecteeren. Beter dan alle theoretische afleidingen overtuigt een onderzoek in de steenkolenmijnen zelf. Is men op een gegeven oogenblik genooddaakt, de lamp voor zich uit te dragen, dan onderscheidt men van de omgeving niets. De mijnwerker weet dit zooveel mogelijk te ontgaan; hij kan echter niet vermijden, dat hij onder zijn werk, bij het zich omwenden naar de schudgoot, telkens tegen de lampen in kijkt, die hij zoo zorgvuldig achter zich heeft geplaatst. Ondanks het feit, dat

de praktijk in dezen het laatste woord heeft, is het niet oninteressant, na te gaan, of de verblinding, die hierbij optreedt, ook aan de hand van de verblindingsformule van Nutting kan worden afgeleid. Deze luidt:

$$\log B_1 = \log 3600 + \frac{1}{3} \log B_2$$

waarin B_2 de vlakhelderheid, waaraan het oog geadapteerd was en B_1 de vlakhelderheid, die juist verblindend werkt, voorstelt.

Nemen wij aan, dat in een bepaalden pijler de verlichting van het koolfront 1,5 lux is (dit is voor moderne pijlverlichting een gemiddelde waarde) en dat deze door een melkglaslamp zonder mantel wordt verkregen, die op 2 m afstand van het koolfront hangt. De sterkte van deze lamp moet dan (bijzonderheden van de lichtverdeling buiten beschouwing gelaten) 6 kaars bedragen. Is de diameter 5 cm, dan ziet de arbeider de lamp als een vlak van iets minder dan 20 cm^2 . De vlakhelderheid van de lamp bedraagt dan $0,3 \text{ kaars/cm}^2$, d.i. $0,3 \times \pi \times 10.000 = 9420 \text{ apostilb}$ (1 apostilb = 1 lux op een idealen diffusen reflector). Stellen wij de reflexie van het koolfront 10%, dan bedraagt de vlakhelderheid hiervan 0,15 apostilb.

Berekenen wij nu volgens de bovenstaande formule de verblindingsgrens voor een adaptatie aan 0,15 apostilb, dan blijkt deze te zijn 1950 apostilb. De vlakhelderheid van de lamp is bijna vijf maal zoo hoog! Daarbij is nog een melkglasbol verondersteld, terwijl men bij lampen, waarvan het filament zichtbaar is, natuurlijk tot nog veel hogere waarden komt.

Het lijkt mij geenszins onaannemelijk, dat deze sterke contrasten de oorzaak zijn van de adaptatiestoornissen. Men zou zich kunnen voorstellen, dat, terwijl de chemische reacties der adaptatie normaal verlopen, de retinaelementen door deze voortdurende adaptatiesprongen vermoeidheidsverschijnselen gaan vertoonen. De verhooging

der drempelwaarden in het experiment is mogelijk slechts een begeleidend, schoon diagnostisch belangrijk symptoom, terwijl de klachten der patienten meer op stoornissen in de momentadaptatie berusten.

Na deze uiteenzettingen kan het niet verwonderen, dat de arbeiders lang niet altijd, zelfs meestal niet, de sterkste lampen verkiezen. Zijn deze van mantels of andere speciale inrichtingen om de lichtdichtheid te verminderen voorzien, dan stijgt de waardeering van de mijnwerkers aanmerkelijk. Hierbij moet vermeld worden, dat het probleem van een minder contrastrijke verlichting steeds meer de aandacht van de Nederlandsche mijnartsen en verlichtingsingenieurs heeft.

Het feit, waarop door onderzoekers, die sceptisch staan tegenover de donkertheorie, F. Fergus in Engeland bijvoorbeeld, herhaaldelijk werd gewezen, nl. dat de mijnwerkersnystagmus een sociaal probleem is geworden in een tijd, dat de verlichting der mijnen op allerlei wijzen is opgevoerd, moet naar mijn meening eveneens verklaard worden uit de omstandigheid, dat met de toeneming van de lichtsterkte van de lampen ook de contrasten zijn toegenomen. Waarschijnlijk kwam de nystagmus vroeger niet minder voor dan thans, doch meldde zich een veel kleiner percentage van de arbeiders, die de afwijking hadden, ziek, doordat de subjectieve bezwaren bij de zwakke olie-lampjes geringer waren. De hedendaagsche adviseerende geneesheeren zien regelmatig arbeiders met nystagmus hun werk neerleggen, als er een nieuwe, sterkere verlichting wordt ingevoerd.

Volgens de hier verdedigde opvatting kunnen de adaptatiestoornissen geen symptoom van den mijnwerkersnystagmus zijn, daar zij een andere aetiologie bezitten dan deze. Speculatieve beschouwingen over een wederzijds bevorderenden invloed bij het ontstaan blijven voorloopig beter achterwege.

DE NYSTAGMUS IN DE NEDERLANDSCHE MIJNEN. SOCIALE FACTOREN. ONDERZOEKINGEN EN BE- SCHOUWINGEN OVER DE VERLICHTING ONDERGRONDS.

Voor zoover mij bekend is, zijn over den nystagmus in de Nederlandsche steenkolenmijnen geen medische publicaties verschenen. In het Tijdschrift voor Sociale Hygiëne van 1924 komt een artikel voor van Dr. Ir. P. Persant-Snoep, dat aan de mijnverlichting in verband met den nystagmus gewijd is. Dit bevat echter in het laboratorium uitgevoerde photometrische bepalingen van mijnlampen en gegevens, die aan de buitenlandsche literatuur zijn ontleend. Over den mijnwerkersnystagmus in Limburg wordt alleen medegedeeld, dat hij zeldzaam moet zijn.

Het ontbreken van Nederlandsche publicaties op dit gebied staat in scherp contrast tot de groote belangstelling, die de mijnwerkersnystagmus in de ons omringende staten heeft gevonden en tevens tot het belang van ons mijngebied, waartoe b.v. de grootste steenkolenmijn van Europa gerekend moet worden (Staatsmijn Maurits).

De eerste exacte gegevens, die ik over den nystagmus in Limburg heb kunnen vinden, dateeren van 1925. Naar collega J. F. Kreiken mij mededeelde, was de ziekte voor 1922 uiterst zeldzaam; er gingen jaren voorbij, dat de medische adviseurs geen geval onder de ooggen kregen. In 1925 waren er 31 patienten, in '26 63, terwijl in '27 het aantal weer daalde tot 40. Dit beteekende gemiddeld over

deze 3 jaren een nystagmuscijfer van 0,19% der ondergronders*).

Vergelijkt men hiermede den toestand in 1934, dan blijkt een bijna tienvoudige toeneming te zijn ontstaan. In plaats van een zeldzaamheid, een medisch curiosum, is de afwijking een gevreesde ziekte geworden, die als oorzaak van arbeidsongeschiktheid alle andere ziekten overtreft! De frequentiecijfers toonen dit nog niet direct aan; in dit opzicht neemt de ziekte een middenplaats in met 1,7 in één jaar aanvangende gevallen per 100 ondergronders. Dit lijkt niet zoo bijzonder veel, als men er naast plaatst:

lumbago en myositis	9,9
influenza	9,6
furunkels	7
aanvangende gevallen per jaar op 100 ondergronders.	

De beteekenis van den mijnwerkersnystagmus komt pas tot haar recht, wanneer men tevens het aantal ziektedagen per geval in oogenschouw neemt, dat de verschillende ziekten gemiddeld ten gevolge hebben. Dan blijkt de nystagmus bovenaan te staan met gemiddeld 167,3 ziektedagen per geval. De lumbago en de influenza vallen hierbij weg met 21,3 resp. 16,1 ziektedagen (het gemiddeld aantal ziektedagen van alle ziekten dooreengenomen is 32,2 per geval).

Per jaar ontstonden dus omstreeks 1934 — wanneer men aanneemt, dat de in dat jaar aangevangen gevallen gemiddeld denzelfden duur hadden als de in dat jaar geëindigde gevallen — door de meest frequente ziekte, de

*) De uitdrukking „ondergronders” voor de ondergronds werkende arbeiders is in Limburg zoo gebruikelijk, dat ik haar heb overgenomen.

lumbago $9,9 \times 21,3 = 210,87$ ziektedagen, door de influenza $9,6 \times 16,1 = 154,56$, doch door den nystagmus $1,7 \times 163,7 = 278,29$ ziektedagen! Rubriceert men de ziekten naar het aandeel, dat zij in het totale aantal ziektedagen der ondergronders hebben, dan komt de nystagmus aan de spits te staan:

nystagmus	10,9 %
lumbago en myositis	7,8 %
influenza	5,8 %
chronische bronchitis, emphyseem, asth- ma, bronchiaalsymptomen	5,6 %
acute catarrh der luchtwegen	4,3 %
furunkels	4,2 %

Al deze cijfers zijn ontleend aan de jaarverslagen van het Algemeen Mijnwerkersfonds van de Steenkolenmijnen in Limburg. Daar een arbeider alleen ondergronds wordt toegelaten, indien hij lid van dit fonds is, zijn de cijfers volledig.

De hier gegeven percentages mogen echter niet beschouwd worden als normale gemiddelden. Het jaar 1934 was zeer ongunstig en allerlei oorzaken, die straks ter sprake zullen komen, werkten er toe mede, om het aantal arbeiders, dat zich wegens nystagmus ziek meldde, grooter te doen zijn dan ooit. In 1935 trad een vermindering in, het aantal aangevangen gevallen per jaar bedroeg 1,3 op 100 ondergronders. Voor 1936 was dit cijfer slechts 0,7! De gemiddelde ziekteduur nam daarentegen iets toe, in 1935 was hij 176,2, in '36 199,6 dagen.

Gaat men de verdeling over de verschillende mijnen na, dan komt men over deze drie jaren tot de volgende cijfers:

(aantal aangevangen gevallen
per 100 ondergronders).

	1934	1935	1936
Domaniale mijn	2,5	2,1	1,1
Willem-Sophie	1,8	2,2	1,1
Laura	1,6	1,2	0,5
Julia	1,8	1,4	0,3
Oranje-Nassau I	1,8	0,3	0,2
„ „ II	3,8	1,4	0,5
„ „ III	1,5	1,7	1,1
„ „ IV	1,2	0,6	0,2
Wilhelmina	0,5	0,3	0,2
Emma	2,1	1,6	0,9
Hendrik	1,4	1,2	0,8
Maurits	1,6	1,5	0,6
gemiddeld	1,7	1,3	0,7

Er is dus een enorme daling ingetreden. Tevens is deze statistiek een waarschuwing tegen de vaak aangewende pogingen, om uit het verloop van de nystagmuszieke-cijfers van een mijn conclusies te trekken over den invloed van verlichting, gasgehalte van de kool enz. Men ziet, hoe variabel deze cijfers zijn. Een mijn, die op een bepaald oogenblik verreweg het hoogste percentage nystagmus heeft, kan een paar jaar later onder het gemiddelde percentage blijven (zie b.v. de mijn Oranje-Nassau II). De aetiologische factoren worden hier geheel in de schaduw gesteld door de economische en sociale factoren. Stelt men dan ook de vraag: waaraan is het te wijten, dat in 1934 het aantal nystagmuslijders zoo groot was, dan moet het antwoord zonder eenigen twijfel luiden: aan de inkrimping der werktijden en aan de vrees voor ontslag.

De economische crisis had haar hoogtepunt bereikt. De productie moest sterk verminderd worden, het aantal

werkdagen was op de staatsmijnen tot 5, op sommige particuliere mijnen tot 4 per week ingekrompen. De arbeiders leefden in een voortdurende vrees voor ontslag. Gelukte het hun, zich „ziek te laten schrijven”, zooals het in de taal van de streek heet, dan was dit gevaar voor geruimen tijd afgewenteld. Het finantieele verlies door ziek zijn, dat in normale tijden 30% van het loon bedraagt, bestond in 1934 niet, of was zeer gering. Soms verdiende een arbeider meer, als hij ziek was, dan wanneer hij werkte! Het ziektegeld bedroeg nl. 70% van het klasseloon, waarbij 6 werkdagen aangenomen werden. Zooals vermeld, werd op sommige particuliere mijnen slechts 4 dagen gewerkt, waardoor de verdiensten der werkende arbeiders op $\frac{1}{3}$ of 66,6% gereduceerd werden.

Het kan dus niet verwonderen, dat de arbeiders gretig iedere gelegenheid aangrepen om ziektegeld te bemachtigen. Welke ziekte leent zich hiertoe beter dan de nystagmus? Deze komt ook in de Nederlandsche mijnen frequent voor, getuige het feit, dat ik bij 50, willekeurig uitgezochte, „normale” arbeiders 8 maal nystagmus aantrof. Zijn de abnormale oogbewegingen eenmaal aanwezig, dan ontbreekt den keurenden geneesheer verder de juiste maatstaf om te beoordeelen, in welke mate zij subjectieve bezwaren veroorzaken. Aggravatie is dus gemakkelijker dan bij de meeste andere ziekten.

Zeer frequent was de afwijking onder de vele buitenlanders, die als houwens werkzaam waren, vooral onder de Polen en de Tsjechen. Deze lieden waren voor een groot deel op middelbaren leeftijd aangenomen en hadden reeds vele jaren ondergronds werk achter den rug in buitenlandsche mijnen onder vaak ongunstige omstandigheden. Van de destijds bestaande regeling, die reeds na drie jaar dienst recht op invaliditeitspensioen toekende, maakten velen een dankbaar gebruik en keerden met een Nederlandsch pensioen naar hun haardsteden terug. Het

ontslag op groote schaal, dat de economische omstandigheden noodzakelijk maakten, trof uit den aard der zaak het eerst de buitenlanders. Deze maatregel heeft zeker tot de saneering van den toestand bijgedragen. Tevens werd met ingang van 1 Januari 1936 de regeling der ziektegeden en van het invaliditeitspensioen veranderd. Op het laatste kan nu pas na 10 dienstjaren aanspraak worden gemaakt.

De belangrijkste oorzaak der vermindering van de ziektecijfers van den nystagmus is echter de verbetering der economische omstandigheden, die in den loop van 1936 optrad. Het bedrijf kwam weer in vollen gang, van beperking van het aantal werkdagen was geen sprake meer, loonsverhooging kwam in het zicht. Onder zulke omstandigheden loopen de ziektepercentages van den nystagmus terug tot hun normaal peil. Degenen, die zich nu wegens hun nystagmus ziek melden, doen dit met tegenzin, gedwongen door de te sterk wordende bezwaren. Ik deelde reeds mede, dat de patienten bij het in 1937 verrichte onderzoek in doorsnede een veel betrouwbaarder indruk maakten, dan bij dat van 1935. Toen was de neiging, om zoo lang mogelijk van de rente te profiteeren, duidelijk merkbaar, thans is er in verscheidene gevallen een zeker ongeduld om aan het werk te gaan.

Hoewel het zeker is, dat economische en sociale factoren van den geschetsten aard de grootste rol spelen bij de fluctuaties der nystagmusziektecijfers, mag men niet de conclusie trekken, dat de mijnwerkersnystagmus een afwijking van weinig beteekenis is, die hoogstens uit redenen van opportuniteit een aanleiding kan zijn om het werk neer te leggen. Mijns inziens zou dit te ver gaan. Het is waar, dat het meerendeel van de mijnwerkers met nystagmus door kan werken, doch er blijven zeer zeker gevallen over, waarin dit onmogelijk is. De patienten hiertoe dwingen zou, behalve een onbillijkheid tegen-

over hen, een gevaar voor het ondergrondse bedrijf beteekenen. Het is van het grootste belang, een beteren maatstaf te vinden voor de arbeidsgeschiktheid. Dat de intensiteit van de oogbewegingen niet het juiste criterium vormt, wordt door verschillende gevallen geïllustreerd (een sprekend voorbeeld is, dat tweemaal nystagmus III voorkwam onder de 8 arbeiders, die geen bezwaren van hun afwijking hadden!). Ik hoop in dit werk voldoende uiteengezet te hebben, dat er goede gronden zijn om aan den lichtzin der lijdens aan mijnwerkersnystagmus meer aandacht te schenken. Een deel der subjectieve bezwaren is zeker het gevolg van adaptatiestoornissen. Het is waarschijnlijk, dat bij voortgezet onderzoek zal blijken, dat de combinatie van de beide criteria, intensiteit van de onwillekeurige oogbewegingen en den lichtzin, voor de beoordeeling van de arbeidsgeschiktheid een veel beteren maatstaf vormt dan de intensiteit van de oogbewegingen alleen.

Voor den buitenstaander moet het eenigszins wonderlijk klinken, dat de mijnwerkersnystagmus, hoewel zonder eenigen twijfel een beroepsziekte, niet officieel als zoodanig erkend is en dus niet valt onder de Ongevallenwet. Zou dit echter wél het geval zijn, dan werd daarmee de keurende arts voor de noodzaak gesteld, de arbeidsgeschiktheid van de patienten in procenten te waardeeren. Zoolang men niet over een goeden maatstaf voor het beoordeelen der validiteit beschikt, zou dit zeer gevaarlijke consequenties medebrengen (daar het Mijnwerkersfonds eveneens 70% van het loon uitkeert, is deze quaestie voor de arbeiders zelf van weinig belang).

In Duitschland staat men op hetzelfde standpunt. De ziekte ressorteert daar onder de „Knappschaften”, die bij de uitkeering alleen rekening houden met het aantal weken, dat bijgedragen is. Er is sprake van geweest, dat zij ten laste van de „Berufsgenossenschaft” zou komen, die evenals de Rijksverzekeringsbank het per-

centage invaliditeit in het geding brengt. Dank zij de waarschuwingen van autoriteiten op het gebied van den mijnwerkersnystagmus is deze verandering echter niet tot stand gekomen.

Plaatst men de Nederlandsche ziektecijfers naast die van de ons omringende staten, dan blijkt, dat de aandoening hier te lande veel later een rol is gaan spelen. De getallen zijn evenwel niet altijd direct te vergelijken. Bartels en Knepper¹⁸⁾ geven een statistiek voor de Ruhrknappschaft over de jaren 1912—'28, doch de percentages zijn niet op het aantal ondergronders, maar op het totale aantal arbeiders berekend. Bovendien geven de getallen niet aan de hoeveelheid nieuwe gevallen, die in één jaar zijn ontstaan, doch het aantal nystagmuslijders, dat in dat jaar ziektegeld heeft gehad. Men kan de voor Nederland gegeven cijfers in dezen zin omrekenen. Men krijgt dan voor het gemiddelde van de jaren 1925, '26 en '27 ongeveer 0,13%. Berekent men uit de gegevens van Bartels en Knepper het gemiddelde voor deze drie jaren, dan blijkt dit 0,41% te zijn. De nystagmus kwam dus in die jaren in het Roergebied meer dan driemaal zooveel voor als in ons land (bij deze uiteenzetting wordt met de frequentie van den nystagmus steeds het ziektepercentage bedoeld, over de werkelijke frequentie van de aandoening zeggen deze cijfers niets). De Duitsche cijfers vertoonen in deze jaren bovendien een sterke stijging, nl. in 1925 0,26%, in '26 0,47% en in '27 0,51%. Deze stijging ontbreekt bij de Nederlandsche getallen.

In Engeland was het percentage in 1922 0,42%⁸⁶⁾. Dat de mijnwerkersnystagmus hier zulke enorme sommen verslond, was dus niet te wijten aan het feit, dat de ziekte frequenter was dan in Duitschland, doch dat de gemiddelde ziekteduur zooveel langer was. (Volgens Robson⁹⁴⁾ bedroeg deze in het Yorkshire Coalfield 148 weken, dit is 5 à 6 maal zoo lang als in Nederland!)

Over de latere jaren heb ik slechts verspreide gegevens kunnen vinden. In ieder geval moet een percentage, zooals dat hier te lande in 1934 is voorgekomen (1,7 nieuwe gevallen per 100 ondergronders, d.i. ongeveer 1,1% op het totale aantal arbeiders) als zeer hoog worden beschouwd, ook in vergelijking met het buitenland.

Algemeen wordt aangenomen, dat de mijnwerkersnystagmus in Amerika zoo goed als niet voorkomt. De Illinois Commission on Occupational Diseases (verslag door Hoffman⁵¹) kon op 500 mijnwerkers geen enkel geval vinden; dit was echter in 1911. Hoe dit zij, uit het stilzwijgen, dat de Amerikaansche litteratuur over dit onderwerp bewaart, mag men de conclusie trekken, dat de nystagmus daar geen probleem van eenige beteekenis vormt. Vermoedelijk is de oorzaak tweeledig: de verlichting geschiedt er voor het grootste deel door middel van voorhoofdlampen en de ziekteverzekering ontbreekt. Dat de voorhoofdlamp den mijnwerker een betere verlichting van zijn arbeidsveld verschaft dan eenige andere lamp, zal in het volgende aangetoond worden; bovendien is bij dit systeem geen sprake van verblinding door de eigen lamp.

Het zou interessant zijn, de cijfers der werkelijke frequentie van den nystagmus van de verschillende mijnen en van de verschillende landen te vergelijken. Dan pas heeft men een basis, die vergelijking van den invloed van verschillende factoren mogelijk maakt. De onderzoeken, welke tot doel hebben, het percentage vast te stellen van de mijnwerkers met nystagmus, die doorwerken, zijn echter nog te gering in aantal.

Wat de therapie aangaat, natuurlijk zijn talrijke pogingen gedaan om medicamenteus de genezing te bevorderen. Romiée gaf strychnine en collyrium eserini, Stassen stovaine en adrenaline, Ohm adaline en andere hypnotica, tegenwoordig wordt in Engeland veel vitamine D voorgeschreven. De meeste mijnartsen zijn

evenwel van de medicamenteuze therapie geheel teruggekomen. Het eenige doeltreffende middel is: het ondergrondsche werk staken.

Daarbij is het verkeerd, behalve in enkele gevallen met sterke hoofdpijn en duizeligheid, den patient niets te laten doen. Bij volledige rust ziet men geen sneller herstel dan bij bovengrondsch werk, wel ziet men veel meer neurotische symptomen. De mijnwerker met een matigen graad van nystagmus (en subjectieve bezwaren) moet bovengronds te werk worden gesteld! De slechtste dienst, dien een arts een lijder aan mijnwerkersnystagmus kan bewijzen, is den man er toe brengen, zijn afwijking zwaarder op te nemen, dan hij daartoe uit zich zelf geneigd is*).

De prophylaxe ligt in handen van den verlichtingsingenieur, zij het in samenwerking met den medicus. Wat de verlichting der Limburgsche mijnen aangaat, hierbij kan men niet van één bepaald systeem spreken. Niet alleen verschilt de verlichting van de mijnen onderling, doch ook die van verschillende veldgedeelten van één mijn. In het algemeen kan men zeggen, dat er in de steengangen en in een deel van de galerijen vaste verlichting is. Deze is vooral goed, indien de wanden gewit zijn, zooals in de steengangen meer en meer gewoonte wordt.

Voor degenen, die met het mijnbedrijf onbekend zijn, moge een korte beschrijving volgen. Daalt men met de lift door de schacht af naar een bepaalde verdieping, dan komt men eerst in de hoofddeengangen. Deze zijn ± 2 m hoog en zoo ruim, dat de treinen voor aanvoer van de leegde wagens en voor afvoer van de kolen elkander kunnen passeeren. (Deze treinen loopen op geperste lucht om mijngasexplosiegevaar te vermijden). Na een wandeling van eenige kilometers bereikt men dan de veldgedeelten, die in exploitatie zijn. Hier moet men eerst door de „grondgalerijen” (gangen, die loodrecht op de

*) In Limburg stuit het bovengronds te werk stellen van nystagmuslijders vaak af op de weigering der betrokken arbeiders. Daar het mijnwerkersfonds een scherp omschreven „beroepsinvaliditeit” erkent, kan geen arbeider gedwongen worden werk te verrichten, dat niet met zijn speciale scholing overeensteemt.

koollagen staan), om ten slotte den pijler te bereiken. De grondgalerijen zijn veel nauwer dan de steengangen bij de schacht; ook is rechtop loopen hier meestal niet mogelijk. Onder een pijler wordt verstaan de tunnel, die in de koollaag zelf wordt uitgehakt, en waar dus de eigenlijke kolenwinnende werkzaamheden plaats vinden. Daar de lagen een helling bezitten, helt ook de pijler. Hiervan wordt gebruik gemaakt voor den afvoer van de uitgehakte kool door schudgooten, dit zijn metalen goten, die machinaal in één richting een snelle, in de andere richting een langzame beweging maken. Hierdoor schuift de kool voortdurend naar het onder-einde van den pijler, dat mondt in de grondgalerij. Hier wordt de kool in de gereedstaande wagens gestort.

De hoogte van den pijler hangt af van de dikte van de laag. Hoewel in Limburg lagen van 2 m voorkomen, zijn zij in den regel veel dunner. Een gewone hoogte voor een pijler is b.v. 1,40 m; sommige zijn niet hooger dan 80—90 cm.

De houwens en stutters moeten zich in hun houding dus geheel aan deze hoogte aanpassen; dat zij dit in den regel niet doen door den romp voorover te buigen, doch door knielend of liggend te werken, werd reeds vermeld. De breedte van den pijler hangt af van het uur van den dienst. In den aanvang wordt hij juist breed genoeg aangelegd om een schudgoot te kunnen bevatten; naarmate het uur van den dienst vordert, is echter meer van één zijwand (het pand) uitgehakt en is de pijler breeder. (Dit feit is voor de verlichting zeer belangrijk).

Later worden de uitgehakte deelen met steenen opgevuld, of men laat ze instorten door de stutbalken weg te trekken (breukpijler).

De belangrijkste werkzaamheden van den houwer tijdens den kolendienst bestaan dus in het uithakken van de kool, verder in het scheppen van de kool in de schudgoot, en in het voortdurend verzorgen van het dak door het zetten van stutten in de nieuw uitgehakte deelen. Het uithakken geschiedt gedeeltelijk met den „Abbauhammer", een apparaat, waarvan de pin door geperste lucht in een stootende beweging wordt gebracht, gedeeltelijk met de „hak".

De lampen, die de arbeiders medenemen, zijn bijna alle elektrische lampen. Olielampen zijn geheel verdwenen en de benzinelampen worden alleen nog gebruikt door de beambten, aan wie de mijngascontrole toevertrouwd is.

In uitvoering en lichtsterkte bestaan tusschen de diverse manschapslampen aanmerkelijke verschillen. In sommige mijnen (Oranje-Nassau IV b.v.) werken de houwens ook met voorhoofdlampen, in andere worden deze gereserveerd voor het technisch personeel, dat reparaties e.d. verricht. In de laatste jaren is het systeem van de z.g. „vaste pijlverlichting" sterk toegenomen. Hierbij worden door den pijler kabels gelegd met T-stukken; aan deze laatste worden gewone elektrische lampen, b.v. 40 Watt-lampen, aangesloten. Aan de lampen zijn haken bevestigd, die in de stutbalken kunnen worden gedreven, zoodat de lamp verplaatsbaar is. Om de lampen zijn in verschillende mijnen melkglazen mantels aangebracht. Deze hebben het groote voordeel, dat de lichtdichtheid sterk gereduceerd wordt, echter verliest men ook $\frac{2}{3}$ van de lichtsterkte bij het type, dat ik photometrisch onderzocht.

Ik bepaalde in 4 mijnen de verlichting ondergronds. Daarbij bediende ik mij wederom van den Bercovitz-Photron-Luxmeter. Metingen in het laboratorium zijn alleen geschikt, om de lichtsterkte van verschillende typen van lampen te vergelijken; over de verlichting, die er ondergronds mee bereikt wordt, zeggen zij weinig. Hierbij spelen allerlei factoren een rol: het zwart worden van de lampen, het stofgehalte van de lucht, de zeer verschillende afstand, waarop de arbeider de lamp van zijn arbeidsveld plaatst, de wijze, waarop hij het licht van de lamp met zijn lichaam onderschept enz. Al deze factoren hebben denzelfden invloed: de verlichting in de practijk is lager, dan men uit de laboratoriumproeven zou meenen.

Hoewel de Photron-Luxmeter in een gemakkelijk draagbaren vorm in den handel wordt gebracht, waren toch eenige veiligheidsmaatregelen noodig. Het grootste gevaar bij de ondergrondse metingen dreigt van den kant van het kolenstof; een uiterst dunne laag hiervan op de photocellen is voldoende, om de metingen volkomen waardeloos te maken. Voor de cellen liet ik daar-

om een voor stof ondoordringbare huls vervaardigen. Bij een meting werden zij niet langer dan strikt noodzakelijk te voorschijn gehaald. Nooit geschieden de metingen tijdens een stofregen en bovendien werden de cellen regelmatig afgewreven met een schoonen doek.

De ampèremeter werd ondergebracht in een stevige houten doos, die aan een leeren gordel bevestigd was. Het deksel van deze doos was onbeweeglijk aan den gordel verbonden, de bodem met een scharnier op de wijze van een klapcamera. Voor een meting behoefde alleen de doos opengeklapt te worden, waardoor de ampèremeter in horizontalen stand kwam en het instrument door het snoer met de photocellen kon worden verbonden. Deze wijze van werken voldeed in de practijk goed. Voor de verlichting bij de aflezing gebruikte ik aanvankelijk een speciaal afgeschermd lichtbron; deze bleek echter niet noodzakelijk te zijn.

De metingen werden verricht in de Staatsmijnen Wilhelmina en Maurits en in de particuliere mijnen Domaniale en Oranje-Nassau IV. Dit was voldoende om de belangrijkste verlichtingssystemen te kunnen vergelijken. Steeds werden de bepalingen verricht voor die plaatsen van het koolfront, waar een arbeider werkzaam was. Dit front vertoont op verscheidene plaatsen nissen, welke wanden niet loodrecht het licht ontvangen, zoodat zich hier niet alleen de wet der omgekeerde quadraten, doch ook de cosinuswet doet gelden. Bij de metingen van het opvallend licht werden de photocellen steeds evenwijdig aan het te meten deel van het koolfront gehouden.

Staatsmijn Wilhelmina.

PLAATS VAN METING	WIJZE VAN METING	LUX
1. Oostel. hoofdsteengang, breedte 2,80 m, hoogte 2,20 m. Wanden niet gewit. Lampen met heldere schutglazen, onderlinge afstand 20 m, 331 m verdieping.	photocel vertic. midden tusschen 2 lampen in, op gezichts-hoogte.	0,4
2. Pijler in laag XII (1ste N.O.) Vaste verlichting, lampen op 3 m afstand van elkander, 1,5 m van het koolfront. Laagdikte 1,40 m.	koolfront, opvallend licht.	3,8
3. Als 2.	teruggekaatst licht, photocel 40 cm van het koolfront af (variaties van eenige dM geven slechts geringe verschillen in uitslag).	0,06
4. Eenige meters verder in den pijler, zelfde omstandigheden, de lampen hangen op ruim 1 m van het koolfront.	koolfront, opvallend licht.	7
5. Als 4.	teruggekaatst licht, photocel 40 cm van het koolfront verwijderd.	0,07
6. Ombraak schacht I naar schacht II op 420 m verdieping, gewitte wanden, breedte 2,60 m, hoogte 2,50 m. Lampen met melkglassmantels, onderlinge afstand 12 m.	photocel verticaal op 1,5 m van de lamp	8,0

PLAATS VAN METING	WIJZE VAN METING	LUX
7. Als 6.	photocel verticaal ongeveer midden tussen 2 lampen in.	1,0
8. Omhoog schacht I naar schacht II (punt 200). Gewitte wanden, breedte 2,60 m, hoogte 2,20 m. Lampen met heldere schutglazen, onderlinge afstand 12 m.	photocel verticaal, 1,5 m van de lamp verwijderd.	14
9. Als 8.	photocel verticaal, midden tussen 2 lampen in, op gezichtshoogte.	0,45
10. Zuidelijke laadplaats, schacht I 420 m verdieping, hoogte 5 m, breedte 5,50 m, lampen met schutglazen van melkglas.	photocel op 3 m afstand van een lamp.	20
11. Als 10.	midden tussen 2 lampen in, photocel verticaal.	8
12. Als 10 en 11.	midden tussen 2 lampen in, photocel horizontaal.	8
13. Als 10, 11 en 12.	midden tussen 2 lampen in, gereflecteerd licht van den wand, photocel 20 cm hiervan verwijderd, op gezichtshoogte.	1,0

Staatsmijn Maurits.

PLAATS VAN METING	WIJZE VAN METING	LUX
1. Manschapslamp met geribd glas	photocel op 0,75 m	0,75
2. Voorhoofdlamp (Friemann en Wolff).	id.	40
3. Pijler met vaste verlichting, lampen niet schoongemaakt, niet verplaatst; steeds gemeten op de plaats, waar een houwer werkte.	verlichting van het koolfront.	
a. lamp op 1,30 m		1,7
b. lamp op 1,30 m	id.	2
c. lamp op 2 m	id.	1,2
d. lamp op 2 m	id.	1,2
4. Lamp van de pijlverlichting schoongemaakt en zoo gunstig mogelijk opgehangen ($\pm 0,5$ m).	id.	14
5. Als 4.	gereflecteerd licht van het kooloppervlak (photocel 20 cm van het front verwijderd).	0,2
6. Voorhoofdlamp, zoo gunstig mogelijk geplaatst ($\pm 0,5$ m).	verlichting van het kooloppervlak.	70
7. Als 6.	gereflecteerd licht van het kooloppervlak (photocel op 20 cm).	0,7

Domaniale mijn.

Pijler in laag VII, 380 m verdieping, dikte van de laag 1,60—1,80 m. Vaste verlichting. De lampen zijn 40 Watt Philips Arga-lampen van versterkte constructie met een z.g. daglichtballon van Siemens. Dit is een mantel, die gedeeltelijk uit opaalglas, gedeeltelijk uit blauw glas bestaat. De onderlinge afstand bedraagt 6 m.

PLAATS VAN METING	WIJZE VAN METING	LUX
1. Nis in het koolfront, de lamp hangt op 2,5 m afstand	verlichting van het kooloppervlak.	0,5
2. Als 1, doch lamp op 1,4 m	id.	0,9
3. Als 1, lamp 0,8 m	id.	3,5
4. Als 3.	door het front gereflecteerd licht, photocel op 30 cm.	0,03
5. Eenige meters verder in den pijler, de lamp is speciaal schoongepoetst, afstand van het koolfront 1,2 m	verlichting van het kooloppervlak.	3
6. Als 5, doch lamp op 0,6 m	id.	9
7. Als 5, schutballon van de lamp verwijderd, afstand van het koolfront 1,2 m	id.	9,5
(de elektrische spanning van de laatst gemeten lampen is hooger, dan van de eerst gemeten).		
8. Voorhoofdlamp, afstand tot het front 1 m.	verlichting van het kooloppervlak in het centrum van den bundel.	110

Oranje-Nassau IV.

PLAATS VAN METING	WIJZE VAN METING	LUX
1. Luchtgalerij 240 m verdieping	verlichting van het	0,5
2 manschapslampen op resp. 1,5 en 3 m van het arbeidsveld	arbeidsveld.	
2. Als 1, lampen echter op resp. 0,80 en 1 m	id.	2,4
3. Pijler laag I, 240—340 m verdieping. Voorhoofdlamp, afstand van het koolfront 2,5 m	verlichting van het front in het centrum van den bundel	40
4. Als 3.	ongeveer 20° buiten het centrum.	2
5. Voorhoofdlamp op 0,5 m van het koolfront.	centrum	120
6. Als 5.	ongeveer 20° buiten het centrum.	5
7. Manschapslamp op 1 m van het koolfront	verlichting van het front	0,3
8. Manschapslamp op 1 m van het front	verlichting van het front	0,5

Bij de beschouwing van deze cijfers valt in de eerste plaats op, dat de metingen van het door het kooloppervlak gereflecteerde licht lagere waarden opleveren, dan men uit de verlichting van het oppervlak en den reflexie-coëfficiënt zou verwachten. Het „Third Report of the Miners' Nystagmus Committee” b.v. geeft voor dezen coëfficiënt 3 tot 12%, terwijl bij mijn metingen het teruggekaatste licht slechts 1 tot 3% van het opvallende licht

bedroeg. Toch mag men hier niet van een directe tegenstrijdigheid spreken. Het meten van het teruggekaatste licht op een willekeurig punt geeft geen aanwijzing omtrent den reflexiecoëfficiënt van de kool. Daarvoor zou ten eerste een volkomen egale verlichting van het kooloppervlak noodig zijn en bovendien het teruggekaatste licht in allerlei richtingen gemeten moeten worden. Daar het ópvallende licht voor deelen van het koolfront bepaald werd, waar een houwer werkte, behoorden deze deelen in het algemeen tot die met de beste verlichting. Bij de terugkaatsing spelen echter ook de deelen met de slechtste verlichting een rol. Men meet als „teruggekaast licht” een niet nader te bepalen resultante van de reflexie door de deelen van het kooloppervlak met de sterkste en met de zwakste verlichting. Bovendien onderschept men bij het meten van het teruggekaatste licht uit den aard der zaak een deel van het opvallende licht. Het is nauwelijks noodig er den nadruk op te leggen, dat de meting de waarden aangeeft, waarmede men rekening heeft te houden en niet de theoretische afleiding, die geheel andere omstandigheden veronderstelt dan in den pijler bestaan.

Vergelijkt men het effect der verschillende verlichtings-systemen, dan blijkt, dat met de voorhoofdlampen verreweg de grootste verlichtingsintensiteit van het arbeidsveld te bereiken is. Hierbij moet men in het oog houden, dat dit licht vaak sterk gecentreerd is (zie b.v. de metingen uit de Oranje-Nassau mijn IV, no. 3, 4, 5 en 6). Van een gelijkmatige verlichting is bij deze typen geen sprake. Het lijkt mij toe, dat modellen, die deze centreering missen, de voorkeur verdienen. Hiermede is zeker een verlichting van 30 à 40 lux op 1 m afstand in een groot deel van het gezichtsveld te bereiken.

De doelmatigheid van de z.g. vaste pijlverlichting hangt voor een groot deel er van af, of de arbeiders de moeite nemen, de lamp steeds zoo dicht mogelijk bij het

arbeidsveld te houden of niet. Dat zij deze nooit zóó dichtbij plaatsen, dat de lamp bij het kolenhakken in het gezichtsveld komt, is uit de boven gegeven verblindingswaarden begrijpelijk. Het is evenwel niet noodig, dat de lamp 2,5 m en meer van het koolfront af hangt, zooals men niet zelden waarneemt. De verplaatsing van het koolfront tijdens den dienst is te groot, dan dat de lampen den geheelen duur op dezelfde plaats mogen blijven hangen. Indien de arbeiders in het juiste gebruik van de lampen opgevoed zijn, kan met de huidige vaste pijlverlichting (met schutglazen) een verlichting van het koolfront van 3 tot 7 lux bereikt worden. Neemt men de schutglazen weg, dan worden deze waarden veel hoger (bij het door mij onderzochte type 3 maal zoo hoog), doch dit voordeel weegt zeker niet op tegen de toeneming der verblinding.

Met de gewone electrische draagbare lampen wordt een verlichting bereikt, die meestal onder 1 lux ligt. Als gemiddelde waarde kan men 0,3 tot 0,5 lux verwachten.

Welke eischen men aan de verlichting stelt, hangt er voor een deel van af, welke opvatting men huldigt omtrent de aetiologie van den nystagmus. De aanhangers van de vergiftigingstheorie gaan in het algemeen niet zoo ver, dat zij den invloed van de gebrekkige verlichting geheel willen loochenen (zie b.v. Zeiss¹¹²). Noch zij, noch degenen, die de theorie van den lichttonus verdedigen, hebben echter gronden, om bij de verbetering van de verlichting naar een bepaalde vlakhelderheid van het kooloppervlak te streven. Stelt men zich daarentegen op het standpunt van de scotoomtheorie, dan moet men aan de prophylaxe een omschreven taak toekennen. Deze bestaat in het zoodanig opvoeren van de vlakhelderheid van het koolfront, dat de arbeider bij het zien niet langer op de staafjesfunctie van zijn netvlies is aangewezen. In dezen gedachtengang kan men die vlakhelderheid van de omgeving, waarbij de overgang van staafjes- in kegel-

tjesfunctie plaats heeft, als critische vlakhelderheid aanduiden. Het gebied van deze critische vlakhelderheid ligt volgens de klassieke visus-verlichtingscurve van Koenig in de buurt van 0,06 tot 0,07 apostilb. De curven der critische flikkerfrequentie zijn verschillend voor de periphere en de centrale deelen der retina; als gemiddelde berekent Sharpley⁹⁹⁾ 0,089 apostilb voor het midden van de knie van de curven. Bij 0,116 apostilb kan men aannemen, dat alleen de kegeltjes werkzaam zijn.

Sharpley wijst er echter terecht op, dat men rekening moet houden met de groote individueele verschillen in pupilwijdte bij dezelfde vlakhelderheid van de omgeving (zie de curven van Reeves⁹⁸⁾). Hij berekent, dat minstens 0,35 apostilb noodig is, wil men zeker zijn, dat de oppervlaktehelderheid van het koolfront inderdaad voor alle arbeiders boven de critische vlakhelderheid ligt. Daar hij den reflectiecoëfficiënt van de kool op gemiddeld 8% stelt, eischt hij een verlichting van 4,38 lux.

Er werd reeds op gewezen, dat dergelijke theoretische afleidingen bij metingen ondergronds slechts een zeer betrekkelijke waarde blijken te hebben. Accepteert men, om een vergelijking mogelijk te maken, voor een moment Sharpley's cijfer, dan blijkt, dat de gebruikelijke draagbare electrische lampen totaal ontoereikend zijn en dat zelfs bij de vaste pijlverlichting alleen een nauwkeurige contrôle van het gebruik der lampen verhinderen kan, dat op verschillende arbeidspunten de verlichting onder het vereischte minimum ligt. Met de voorhoofdlampen wordt dit minimum verre overschreden. Van den medischen kant bezien is er dan ook alle reden, om aan deze lampen de voorkeur te geven. Zij waarborgen een krachtige verlichting op de juiste plaats, eischen geen voortdurende zorg voor goede opstelling, en sluiten verblinding door de eigen lamp uit. Het aanbrengen van schutglazen, die een groot deel van het licht absorbeeren, is dus overbodig.

Van het standpunt van den arts heeft de voorhoofdlamp slechts één nadeel, nl. dat, zoo verblinding door de eigen lamp al niet mogelijk is, die door de lampen van de medearbeiders des te sterker kan zijn. De mijnwerkers leeren echter met hun lampen manoeuvreren. In den door mij bezochten pijler van de Oranje-Nassau IV werd bijna uitsluitend met voorhoofdlampen gewerkt. De arbeiders waren zeer tevreden over deze verlichting en namen het gewicht van den accumulator aan den gordel gaarne op den koop toe. Dit is niet altijd het geval. Waarschijnlijk maakt het een groot verschil, of men de lampen invoert bij jongere dan wel bij oudere mijnwerkers.

Er is alle reden om aan te nemen, dat, indien men de scharen leerlingen, die in de komende jaren hun ondergrondschen arbeid zullen aanvangen, aan het gebruik dezer lampen went, de mijnwerkersnystagmus in Limburg even zeldzaam zal worden, als hij dat heden ten dage in Amerika is.

OVERZICHT VAN DE BELANGRIJKSTE PHOTOMETRISCHE EENHEDEN.

Lichtsterkte:

eenheid: *kaars* (internationaal) = 1,1 Hefner *kaars*.

Lichtstroom:

De lichtenergie, die per sec. door een lichtbron in een zekeren ruimtehoek wordt uitgestraald.

Eenheid: *lumen*, d.i. de lichtstroom, die per sec. wordt uitgezonden door 1 internat. *kaars* in een eenheidskegel. Trekt men om de lichtbron een boloppervlak van 1 m straal, dan snijdt de eenheidskegel uit dezen bol een oppervlak van 1 m². Uit het feit, dat het oppervlak van den bol $4\pi r^2$ is volgt, dat de totale lichtstroom van de eenheidskaars 4π lumen is.

Verlichtingssterkte:

eenheid: *lux* = de verlichting van een boloppervlak van 1 m radius door een internat. *kaars*, die zich in het centrum bevindt. 1 lux (int.) = 1,1 Hefner lux.

Vlakhelderheid = lichtdichtheid.

Kan zoowel op lichtbronnen als verlichte vlakken van toepassing zijn.

Twee even sterke lichtbronnen met ongelijk oppervlak lijken niet even helder. De helderheid kan worden uitgedrukt in kaarsen per cm². Daar de lichtstroom van lichtbronnen in de praktijk nooit in alle richtingen gelijk is, behoeft een dergelijke notatie nadere aanvullingen. Voor de vlakhelderheid van verlichte vlakken heeft men verschillende eenheden ingevoerd. Weet men den reflexie-coëfficiënt (albedo)

van een oppervlak, dat diffuus reflecteert (de cosinuswet volgt), dan kan men de vlakhelderheid uitdrukken, door de verlichtingssterkte met den reflexiecoëfficiënt te vermenigvuldigen.

De eenheid van vlakhelderheid is dan de *apostilb*, d.i. de helderheid van een idealen diffusen reflector (reflexiecoëfficiënt = 1) bij een verlichting van 1 lux. Een andere eenheid is de *lambert*, d.i. de helderheid van een vlak, dat per cm² een lichtstroom van 1 lumen terugkaatst.

1 k/cm² = $\pi \times 10.000$ apostilb = 31.416 apostilb.

1 lambert = 10.000 apostilb.

SAMENVATTING.

- I. Acht lijdens aan mijnwerkersnystagmus werden te Leiden in de Universiteitskliniek opgenomen en zoo uitgebreid mogelijk onderzocht.
 - II. Te Heerlen verrichtte ik adaptatiebepalingen bij:
 - a. 100 mijnwerkers, die zich wegens nystagmus hadden ziek gemeld.
 - b. 50 mijnwerkers, die normaal hun werk verrichtten.
 - III. In de Leidsche Oogheelkundige Kliniek onderzocht ik de adaptatie van 25 lijdens aan mijnwerkersnystagmus op zoo exact mogelijke wijze.
 - IV. In verschillende Limburgsche steenkolenmijnen verrichtte ik photometrische bepalingen ondergronds.
- Ad I. Geen dezer 8 patienten vertoonde typische interne of neurologische afwijkingen. De vestibulaire reacties (draaiproeven voor de verschillende canales semicirculares en calorische proeven) waren normaal. Het uitgebreide oogheelkundige onderzoek leverde resultaten op, welke in groote trekken overeenstemmen met die van Duitsche onderzoekers. Aan de macula lutea werden, ook bij onderzoek met roodvrij licht, geen afwijkingen waargenomen. De eenige opvallende bevinding was de stoornis in de donkeradaptatie, die de 8 patienten allen vertoonden.

- Ad II. Na eliminatie van de gevallen, welke uit hoofde van oogafwijkingen als maculae corneae, myopie e.d. als proefpersoon voor dit onderzoek ongeschikt waren, bleven van de groep der nystagmuslijders 91 personen over, van die der normalen 44. Bij 8 van deze 44 „normale arbeiders” werd echter nystagmus gevonden, van welken de patienten zich in het geheel niet bewust waren. Er bleven dus slechts 36 normale mijnwerkers als vergelijkings-materiaal over. Het resultaat van de adaptatiebepalingen was:
- 36 normale mijnwerkers — adaptatiestoornissen bij 1 (2 dubieus).
- 91 mijnwerkers, die zich wegens nystagmus ziek hadden gemeld — adaptatiestoornissen bij 83.
- 8 mijnwerkers met nystagmus, die geen bezwaren hadden — adaptatiestoornissen bij geen (wèl lichte verhooging der drempelwaarden).
- Ad. III. Ten einde den vorm der adaptatiecurven nauwkeuriger te kunnen bestudeeren, onderzocht ik bij deze 25 patienten de adaptatie onder alle voorzorgen, die voor het exact nagaan van het adaptatieverloop noodig zijn. Ik ijkte den adaptometer van Nagel op zijn absolute intensiteit en construeerde een apparaat voor lichtadaptatie. Daarna stelde ik uit adaptatiebepalingen bij normale personen (niet-mijnwerkers) een gemiddelde curve samen. Vóór de adaptatiebepalingen (monoculair) werd homatropinemydriasis toegepast, de verwijde pupil gemeten en het oog geadapteerd aan een verlichting van het pupilvlak van 3000 lux. De waarden werden omgerekend in die voor een standaardpupil van 50 mm².

Mijn normale curve komt, wat den vorm aangaat, goed met die van Matthey overeen, doch de absolute intensiteiten verschillen aanmerkelijk. Waarschijnlijk zijn de moeilijkheden van de ijking van den adaptometer voor een deel de oorzaak van dit verschil. Het is noodzakelijk, dat adaptometers geijkt in den handel worden gebracht.

Bij 17 van de 25 patienten met mijnwerkersnystagmus, die op deze wijze onderzocht werden, vond ik adaptatiestoornissen. Het verloop der curven is in den aanvang meestal bijna normaal, pas na 15 minuten donkeradaptatie treden duidelijke afwijkingen op.

- A. Uit deze onderzoekingen volgt met zekerheid, dat nystagmus en adaptatiestoornissen bij mijnwerkers samen voorkomen, beide als een gevolg van den ondergrondschen arbeid. Of zij echter met elkander in oorzakelijk verband staan, is nog niet met zekerheid uit te maken.
- B. Met groote waarschijnlijkheid kan de gevolgtrekking worden gemaakt, dat de subjectieve bezwaren van de patienten voor een groot deel door de adaptatiestoornissen worden veroorzaakt. Zou men dus de adaptatiestoornissen kunnen voorkomen, dan zou de mijnwerkersnystagmus minder invaliditeit veroorzaken, hetgeen zoowel voor de lijders als voor de maatschappij van groot belang zou zijn.

Ik acht het waarschijnlijk, dat de adaptatiestoornissen het gevolg zijn van het abnormaal sterke contrast, dat in de mijnen tusschen het arbeidsveld (het koolfront) en de lichtbronnen bestaat.

Het lijkt mij daarom zeer wenschelijk, dat men bij de verbetering der mijnverlichting niet zonder meer streeft naar verhooging van de lichtsterkte der lampen, waardoor deze contrasten nog zouden toenemen. Het doel moet veeleer een systeem van verlichting zijn, waarbij de vlakhelderheid der aparte lichtbronnen niet hoog behoeft te worden opgevoerd (door verhooging van het aantal en van het lichtgevend oppervlak der lampen). Een andere methode om verblinding te voorkomen is het invoeren van voorhoofdlampen.

- Ad IV. Bij de door mij verrichte photometrische bepalingen in Limburgsche steenkolenmijnen bleken de verlichtingsintensiteiten geringer te zijn, dan men in het algemeen op grond van laboratoriumproeven aanneemt. De oorzaken van het geringe effect der lampen zijn velerlei: het kolenstof in de atmosfeer absorbeert licht en slaat neer op de lampen; de arbeiders plaatsen deze veelal niet goed en werken vaak in de schaduw van hun eigen lichaam. De beste verlichting van het arbeidsveld bereikt men met de voorhoofdlampen, die, indien de arbeiders deze lampen goed leeren gebruiken, bovendien geen verblinding veroorzaken.

SUMMARY.

With regard to the symptoms of the miners' nystagmus, the author considers the presence of the oscillation of the eyeballs as a „*conditio sine qua non*” for the diagnosis. He does not agree with several English investigators — and the English legislator — who regard symptoms of neurotic and vegetative origin as the cardinal phenomena of the disease, and who attach to the abnormal eye-movements only a subordinate importance.

The experiments of Raudnitz^{91, 92}), who provoked the same type of nystagmus in newborn animals by keeping them in the dark, and the occurrence of a conformable nystagmus in young children, who live in obscure rooms (*spasmus nutans*), adduce strong arguments in support of the theory, which regards the defective underground illumination as the cause of the miners' nystagmus. Although the possibility of a chronic intoxication cannot be entirely excluded, none of the authors, who defend the intoxication-hypothesis, have succeeded in proving that a special chemical agent would be the cause of the disease.

The theory of the vestibular genesis and that, which supposes an exhaustion of the elevatory muscles of the eye to be the cause, must be considered as refuted.

In the opinion of the author, the method, which is mostly used on the Continent in order to judge the validity of the patients, is insufficient. This method only reckons with the intensity of the abnormal ocular movements, whereas in practice the subjective troubles are obviously not proportional to this intensity. A great importance must be attached to the disturbances in the light-sense, which often accompany the disease, as was first established by Weekers¹⁰⁰).

The author determined the course of the adaptation of 36 normal miners and 116 patients with miners' nystagmus. Few of the normal miners appeared to have an abnormal darkadaptation ($\pm 3\%$). On the other hand the nystagmuspatients (viz. those who have stopped work) very often showed a disturbance in the adaptation-function (86% of the total number). Eight miners presented nystagmus without being conscious of it. As all of them possessed a normal darkadaptation, it is probable, that the disturbances in the light-sense have a great influence on the intensity of the subjective troubles.

Measurements of adaptation were carried out by means of a Nagel-adaptometer, which was gauged previously. All precautions necessary for an exact determination of the adaptation were taken in part of the experiments. One eye was covered and the pupil of the other enlarged with homatropine. Then the latter was adapted to an illumination of 3000 lux (in the pupillary area). Thereupon the thresholdvalues of this eye were determined for 50–60 minutes darkadaptation in intervals of 5 minutes (after 20 minutes darkadaptation intervals of 10 minutes). The size of the pupil was measured and the results converted into those for a standard pupillary area of 50 mm² (8 mm diameter).

The shape of the average curve, which was established by the author on account of adaptationmeasurements with normal persons (no-miners), corresponds with that of Müller and Matthey, but the absolute intensities show a difference (fig. 4). Probably difficulties in gauging are partly responsible for this difference. It is highly necessary, that the absolute intensities of the Nagel-adaptometer are gauged before its delivery.

Thresholdvalues under 10⁻⁹ lambert (0,01 millilux) after 50 minutes of darkadaptation are considered as pathological. In general the disturbances of the adaptation of the patients with miners' nystagmus do not attain

a high degree, although now and then very intensive disturbances occur.

The very particular conditions of surface-brightness existing in coalmines are very probably responsible for these disturbances. The low reflexion-coefficient of the coal causes a very great contrast between the brightness of the lightsources and that of the coalsurface, so that the lamps if no special arrangements are made give rise to glare. Complaints of glare often play a leading part in the anamnesis of patients with miners' nystagmus. As soon as the adaptation is disturbed, these complaints increase strongly. Many miners are compelled to stop work then, whereas they could perform their job regularly notwithstanding their nystagmus before the adaptation disturbance existed. No wonder that the miners do not always prefer the lamps with the greatest capacity, they prefer lamps which cause no glare. It is certainly necessary to increase the illumination in coalmines, yet this should not be obtained by increasing the brightness, but by increasing number and luminous surface of the lamps.

The author has measured the results of different types of illumination in Dutch coalmines by means of a very sensitive seleniumphotometer.

The values turned out to be lower than those, which are computed by several investigators. The causes are manifold: the coaldust in the atmosphere absorbs light and blackens the lamps; moreover the latter are often in faulty positions and the miners frequently work in the shadow of their own body.

The best illumination of the working-field can be obtained by caplamps (40—120 lux), which provide the best mine-illumination available at this time.

RÉSUMÉ.

Raudnitz^{91, 92}) a trouvé qu'un nystagmus, semblable à celui des mineurs, peut se développer chez les jeunes enfants et les animaux nouveau-nés, quand ils restent dans l'obscurité. Cette découverte fournit de forts arguments en faveur de la théorie qui regarde l'obscurité régnant dans les mines de charbon comme la cause du nystagmus des mineurs. On ne peut pas exclure tout à fait la possibilité d'une intoxication chronique. Cependant aucun des auteurs qui ont défendu l'hypothèse de l'origine intoxicatoire, n'a pu prouver qu'un agent chimique spécial serait la cause du nystagmus des houilleurs.

La théorie de la genèse vestibulaire et celle qui suppose que le houilleur surcharge les muscles élévateurs des yeux, doivent être considérées comme réfutées.

La diagnose est seulement permise, quand il y a à la fois le tremblement des yeux.

Le critérium usuel pour juger la validité des patients est insuffisant. Ordinairement on détermine seulement quelle élévation du regard est nécessaire pour déclencher un accès de nystagmus. Dans l'opinion de l'auteur, il faut attribuer plus d'importance aux perturbations du sens lumineux, sur lesquelles Weekers¹⁰⁸) a tiré l'attention.

L'auteur a déterminé la course de l'adaptation chez 36 houilleurs normaux et chez 116 ouvriers, souffrant de nystagmus. Chez les houilleurs normaux, les troubles de l'adaptation sont rares ($\pm 3\%$). Les nystagmiques par contre les présentent souvent (dans 86% des cas). Huit ouvriers montraient le tremblement oculaire, sans en rien savoir. Comme tous ces hommes avaient l'adaptation normale, il est probable que les perturbations de

L'adaptation ont une grande influence sur l'intensité de l'embarras qu'éprouvent les mineurs nystagmiques.

Les déterminations sont faites au moyen d'un adaptomètre de Nagel. L'intensité absolue de l'instrument est jaugée d'avant. Une partie des expériences est exécutée avec toutes les précautions nécessaires pour les déterminations exactes de l'adaptation. (Mydriase avec homatropine, mesurage de la pupille, adaptation à une illumination de la pupille de 3000 lux pendant 5 minutes; ensuite des déterminations monoculaires des seuils pendant 50—60 minutes d'adaptation à l'obscurité. Au commencement les déterminations étaient exécutées à des intervalles de 5 minutes, plus tard les intervalles étaient de 10 minutes). Les différences de diamètre des pupilles ont été corrigées en convertissant les valeurs en celles pour une pupille étalon d'un diamètre de 8 mm.

L'auteur a construit une courbe moyenne en se basant sur ses déterminations de l'adaptation chez des individus normaux (non-mineurs). La forme de cette courbe correspond à celle de Müller et de Matthey, mais les intensités absolues montrent une différence considérable. Entre autres les difficultés du jaugeage sont probablement la cause de cette différence. Il est très nécessaire que l'intensité absolue de l'adaptomètre de Nagel soit jaugée avant que l'instrument soit livré.

L'adaptation est considérée comme pathologique, quand les seuils, après 50 minutes d'adaptation à l'obscurité, dépassent la valeur de 10^{-9} lambert (0,01 millilux).

Généralement les troubles de l'adaptation chez les ouvriers nystagmiques n'atteignent pas un haut degré, bien que de temps en temps se présentent des dérangements très intenses.

Probablement les conditions très particulières de la brillance des surfaces qui se trouvent dans les houillères, sont la cause de ces perturbations. Comme le coefficient de réflexion du charbon est extrêmement bas, le con-

traste entre la brillance des lampes et celle de la surface du charbon est très fort. Il en résulte que les lampes causent de l'éblouissement (si l'on n'a pas pris de mesures spéciales). Les plaintes d'éblouissement jouent un grand rôle dans l'anamnèse des houilleurs souffrant de nystagmus. Dès que l'adaptation est troublée, ces plaintes augmentent beaucoup. Alors plusieurs nystagmiques sont forcés à cesser le travail, tandis qu'ils pouvaient accomplir leur tâche régulièrement avant que la perturbation de l'adaptation existât. C'est pourquoi les mineurs préfèrent aux lampes fortes celles qui n'éblouissent pas. Sans doute l'illumination des houillères doit être augmentée, mais cela ne doit pas être obtenu par l'accroissement de la brillance des lampes. Il faut donc augmenter le nombre et la surface lumineuse des lampes.

L'auteur a mesuré les résultats de méthodes différentes d'illumination dans les mines de charbon hollandaises au moyen d'un photomètre à sélénium très sensible.

Les valeurs trouvées étaient plus basses que celles calculées par plusieurs investigateurs. Cette différence est due à beaucoup de causes: l'aspire de houille absorbe la lumière et couvre les lampes, qui sont assez souvent dans une position inefficace et les houilleurs travaillent fréquemment dans l'ombre de leurs propres corps. La meilleure illumination du champ de travail peut être réalisée au moyen de lampes attachées aux casquettes („caplamps”; 40—120 lux), qui représentent la meilleure méthode d'illumination des houillères, qu'on puisse obtenir pour le moment.

ZUSAMMENFASSUNG.

Die Entdeckung Raudnitz^{91, 92)}, der feststellte, dass ein — dem Augenzittern der Bergleute sehr ähnlicher — Nystagmus entstehen kann bei jungen Kindern und neugeborenen Tieren, wenn sie sich lange im Dunkeln aufhalten, liefert schwere Argumente zu Gunsten der Theorie, welche die mangelhafte Beleuchtung der Gruben als Ursache des Nystagmus der Bergleute betrachtet. Die Möglichkeit einer chronischen Intoxikation kann nicht ganz ausgeschlossen werden, doch keiner der Untersucher, die die Intoxikationshypothese verfochten haben, konnte den Beweis liefern, dass ein bestimmtes chemisches Agens die Ursache sei.

Die Theorie der vestibulären Genese und die, welche die Krankheit als die Folge einer Überanstrengung der blickhebenden Augenmuskeln ansieht, müssen als widerlegt betrachtet werden.

Es ist ein Fehler, die Diagnose „Nystagmus der Bergleute“ zu stellen, wenn das Augenzittern nicht anwesend ist.

Die übliche Methode zur Beurteilung der Arbeitsfähigkeit der Patienten ist mangelhaft. Man zieht dabei nur die Intensität der unwillkürlichen Augenbewegungen in Betracht und das Mass der Blickhebung, welches erforderlich ist zur Auslösung eines Nystagmusanfalls. Bekanntlich aber sind die subjektiven Beschwerden der Intensität des Augenzitterns gar nicht proportional. Grosses Gewicht muss auf die etwaige Anwesenheit von Adaptationsstörungen gelegt werden, wie sie von Wee-

kers¹⁰⁶⁾ zuerst bei der Krankheit beschrieben worden sind.

Verfasser hat Adaptationsbestimmungen bei 36 normalen Bergleuten und 116 Augenzitterern angestellt. Dabei ergab sich, dass die Adaptation bei den Nystagmuspatienten in 86% der Fälle gestört ist, während diese Störungen bei den normalen Arbeitern selten sind ($\pm 3\%$). Da 8 Bergleute, bei denen Nystagmus bestand ohne dass sie sich dessen bewusst waren, alle eine normale Adaptation aufwiesen, hält Verf. es für wahrscheinlich, dass die Störungen das Lichtsinnes einen grossen Einfluss auf die Intensität der subjektiven Beschwerden ausüben.

Die Bestimmungen der Schwellenwerte wurden mit dem Nagelschen Adaptometer ausgeführt, das vorher auf seine absolute Intensität geeicht worden war. Ein Teil der Experimente wurde mit allen für exakte Adaptationsbestimmungen erforderlichen Vorsichtsmassregeln vorgenommen. (Homatropine-mydriasis, Messung der Pupille, Lichtadaptation an eine Beleuchtung von 3000 Lux der Pupillenfläche, sodann monokuläre Schwellenwertbestimmungen während 50—60 Minuten Dunkeladaptation, anfangs mit Intervallen von 5, später von 10 Minuten). Die durch die individuellen Unterschiede der Pupillengrösse entstehenden Fehler wurden durch die Umrechnung sämtlicher Werte auf ein Pupillendiameter von 8 mm (50 mm² Oberfläche) entgangen.

Auf Grund seiner Adaptationsbestimmungen an normalen Personen (Nicht-Bergarbeiter) konstruierte Verf. eine normale „Standardkurve“. Diese stimmt in Form gut mit der „Standardkurve“ von Müller und Matthey überein, aber die absoluten Intensitäten beider Kurven zeigen erhebliche Differenzen. Diese sind wahrscheinlich teilweise auf die Schwierigkeiten der Eichung zurückzuführen. Es ist notwendig, dass man das

Nagelsche Adaptometer auf seine absolute Intensität eicht, bevor es geliefert wird.

Eine Störung des Lichtsinnes ist dann angenommen, wenn die Schwellenwerte nach 50 Minuten Dunkeladaptation mehr als 10^{-9} Lambert waren (0,01 Millilux).

Im allgemeinen sind die Adaptationsstörungen beim bergmännischen Augenzittern leichten Grades, aber dann und wann findet man sehr intensive Störungen vor.

Wahrscheinlich sind die ganz besonderen Verhältnisse der Leuchtdichte in den Gruben die Ursache dieser Störungen. Die geringe Reflexion der Kohle ist die Ursache, dass ein abnorm grosser Kontrast zwischen Lichtquellen und Arbeitsfeld besteht. Die Folge ist, dass die Lampen andauernd Blendung herbeiführen. Klagen über Blendung spielen eine ganz grosse Rolle in den Aussagen der Nystagmuspatienten. Wenn die Adaptation einmal gestört ist, so nehmen die Beschwerden stark zu. Viele Arbeiter, die vorher mit ihrem Nystagmus der Grubenarbeit noch gewachsen waren, sind nun gezwungen diese einzustellen. Es kann nicht wundernehmen, dass die Bergleute nicht immer die stärksten Lampen vorziehen da diese, wenn ihre leuchtende Fläche nicht sehr gross ist, auch am meisten blenden. Bestimmt muss man bestrebt sein, die Grubenbeleuchtung zu erhöhen. Dabei soll man aber nicht die Leuchtdichte der Lampen vergrössern (also muss die Leuchtfläche und die Zahl der Lampen gesteigert werden).

Verf. hat die Resultate verschiedener Beleuchtungssysteme in Niederländischen Gruben mit einem sehr empfindlichen Seleniumphotometer gemessen. Dabei ergab sich, dass die Intensitäten der Beleuchtung der Kohlenfläche und des reflektierten Lichtes niedriger sind als die, welche von verschiedenen Untersuchern auf Grund photometrischer Messungen im Laboratorium berechnet worden sind. Die Ursachen dieses Unterschieds sind zahlreich. Der Kohlenstaub absorbiert an vielen Stellen

das Licht und schlägt auf die Lampen nieder. Die Hauer stellen ihre Lampen oft fehlerhaft auf und arbeiten häufig im Schatten ihrer eigenen Körper.

Die stärkste Beleuchtung des Arbeitsfeldes kann mit den Kopflampen erzielt werden, die überhaupt die beste Beleuchtungsmethode darstellen, über welche man heutzutage verfügt.

LITTERATUURLIJST.

1. Barnard. Miners' safety lamps.
Pitman & Sons. London 1936.
2. Bartels. Bemerkungen zu der Arbeit von Ohm: Ein musikalisches und motorisches Gesetz.
Klin. Mon. Bl. f. Augenhk. Bd. 65, 1921, p. 910.
3. — Abducens-, Trochlearis- und Okulomotoriuskerne, die nicht der Augenbewegung dienen.
Ber. ü. d. 43. Versamml. d. D. Opht. Ges. Jena 1922.
4. — Über Drehnystagmus mit und ohne Fixation.
Gr. Arch. f. Opht. Bd. 110, 1922, p. 426.
5. — Bemerkungen z. „Theorie des Bewegungsnystagmus“ von Kestenbaum und Cernach.
Zschr. f. Hals-, Nasen- u. Ohrenhk. Bd. 5, 1923, p. 48.
6. — Der Drehnystagmus nach Ausschaltung der Fixation.
Zschr. f. Hals-, Nasen- u. Ohrenhk. Bd. 5, 1923, p. 131.
7. — Sehnervendurchschneidung und Dunkelzittern.
Ber. ü. d. 44. Zus.kunft d. D. Opht. Ges. Heidelberg 1924.
8. — Über die Erregung des kalorischen Nystagmus.
Gr. Arch. f. Opht. Bd. 110, 1922, p. 435.
9. — Zur Lage der Seitenwenderbahnen in der Brücke.
Klin. Mon. Bl. f. Augenhk. Bd. 75, 1925, p. 61.
10. — Die Reflexbahnen für die Ohr-Augenbewegungen.
Gr. Arch. f. Opht. Bd. 117, 1926, p. 538.
11. — Ophtalmostatik und Ophtalmokinetik.
Gr. Arch. f. Opht. Bd. 118, 1927, p. 270.
12. — Beobachtungen an Wirbeltieren und Menschen über unwillkürliche Augenbewegungen bei Störungen des Sehens.
Klin. Mon. Bl. f. Augenhk. Bd. 78, 1927, p. 478
en Bd. 80, 1928, p. 145.
13. Bartels und Knepper. Das Augenzittern der Bergleute.
J. Springer 1930.
14. Bartels. Das Krankheitsbild des Augenzitterns der Bergleute in England und in Deutschland.
Zschr. f. Augenhk. Bd. 76, 1931, p. 29.

15. Bartels. Auge und Ohr.
Kurzes Handb. d. Opht. Bd. 3, p. 652.
16. — Nystagmus.
Zbl. f. Opht. Bd. 31, 1934, p. 193.
17. — Entstehung von Dämmerungszittern beim Menschen.
Zschr. f. Augenhk. Bd. 83, 1934, p. 172.
18. Bielschowsky. Betrachtungen über die Entstehung des Augenzitterns der Bergleute insbesondere über den Einfluss von Allgemeinerkrankungen und Unfällen.
Zschr. f. Augenhk. Bd. 43, 1920, p. 264.
19. Ter Braak. Optokinetische Nystagmus.
Ned. Tijdschr. v. Geneesk. Jg. 79, 1935, p. 1853.
20. Bureau International du Travail. Nystagmus des Mineurs.
Hygiène du Travail no. 57.
21. Comberg. Grundbegriffe der Photometrie.
Kurzes Handb. d. Opht. Bd. 2, p. 270.
22. — Lichtsinn.
Kurzes Handb. d. Opht. Bd. 2, p. 172.
23. Coppez. Le Nystagmus.
Soc. franç. d'Opht. Congrès 1913.
24. Cords. Die Ergebnisse der neueren Nystagmusforschung.
Zbl. f. Opht. Bd. 9, 1923, p. 369.
25. — Zur Theorie des Optomotorischen Nystagmus.
Klin. Mon. Bl. f. Augenhk. Bd. 77, 1926, p. 781.
26. Decondé. Note sur le Nystagmus (Ref.).
Ann. d'Oculist. T. 46, 1861, p. 88.
27. Dodge. Eine experimentelle Studie der visuellen Fixation.
Zschr. f. Psych. u. Phys. d. Sinnesorg. Bd. 52, 1909, p. 321.
28. Dohlman. Physikalische und Physiologische Studien zur Theorie des Kalorischen Nystagmus.
Acta Oto Laryng. 1925 Suppl. V.
29. Dransart. Du nystagmus chez les mineurs.
Ann. d'Oculist. T. 78, 1877, p. 109.
30. Fergus. Miners' Nystagmus.
Colliery Guardian Vol. 140, 1930, p. 123 en p. 217.
31. Ferguson. The causation and prevention of Miners' Nystagmus.
Colliery Guardian Vol. 145, 1932, p. 1244.
32. Flury und Zernik. Schädliche Gase. p. 256.
Springer 1931.

33. Haldane and Lister Llewellyn. Miners' Nystagmus. Colliery Guardian Vol. 133, 1927, p. 991.
34. Haycraft. The Fields of Vision in Miners' Nystagmus. Brit. Journ. Opt. Vol. 14, 1930, p. 523.
35. — Coal Miners' Nystagmus. Humphrey Mulford. Oxford Univ. Press 1931.
36. Hecht. The darkadaptation of the human eye. J. Gen. Physiol. Vol. 2, 1920, p. 499.
37. — The photochemical nature of the photosensory process. J. Gen. Physiol. Vol. 2, 1920, p. 229.
38. — Intensity and the process of photoreception. J. Gen. Physiol. Vol. 2, 1920, p. 337.
39. — The nature of foveal darkadaptation. J. Gen. Physiol. Vol. 4, 1922, p. 113.
40. — The visual discrimination of intensity and the Weber-Fechner law. J. Gen. Physiol. Vol. 7, 1925, p. 235.
41. — The relation between visual acuity and illumination. J. Gen. Physiol. Vol. 11, 1928, p. 255.
42. Hertel. Untersuchungen des Lichtsinnes mit einem Kugeladaptometer. 13. Concil. Opt. 1929, Hollandia, IV.
43. — Untersuchungen mit dem Kugeladaptometer. Ber. ü. d. 49. Zus.kunft Opt. Ges. Leipzig 1932.
44. Hessberg. Leitsätze zur Beurteilung der Berufsunfähigkeit bei Augenzittern. Zschr. f. Augenhk. Bd. 69, 1929, p. 396.
45. — 18. Zus. Künft Opt. Abt. Ges. f. Wissensch. u. Leben (verslag). Zschr. f. Augenhk. Bd. 71, 1930, p. 226 en 259.
46. — 21. Zus. künft Opt. Abt. Ges. f. Wissensch. u. Leben (verslag). Zschr. f. Augenhk. Bd. 77, 1931, p. 274.
47. Le Heux und De Kleyn. Über die Reaktion der Augenmuskeln auf zwei gleichzeitig zugeführte vestibuläre Reize. Proceed. Kon. Ac. v. Wetensch. Amsterdam. Vol. 38, no. 5, 1935.
48. Hirsch. Die Berufskrankheiten des Auges. Bergmann. Wiesbaden 1910.

49. Van der Hoeve und De Kleyn. Tonische Labyrinthreflexe auf die Augen. Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 169, 1917, p. 241.
50. Van der Hoeve. Latente nystagmus. Ned. Tijdschr. v. Geneesk. 1918, p. 790.
51. Hoffman. Miners' Nystagmus. Washington Government Printing Office 1916.
52. Kestenbaum. Der Mechanismus des Nystagmus. Gr. Arch. f. Opt. Bd. 105, 1921, p. 799.
53. — Der latente Nystagmus und seine Beziehung zur Fixation. Zschr. f. Augenhk. Bd. 45, 1921, p. 97.
54. — Zum Mechanismus der Fixation. Zschr. f. Augenhk. Bd. 57, 1925, p. 557.
55. — Zur Entstehung des Augenzitterns der Bergleute. Klin. Mon. Bl. f. Augenhk. Bd. 97, 1936, p. 735.
56. De Kleyn und Versteegh. Über die Unabhängigkeit des Dunkelnystagmus der Hunde vom Labyrinth. Gr. Arch. f. Opt. Bd. 101, 1920, p. 228.
57. Koenig. Die Abhängigkeit der Sehschärfe von der Beleuchtungsintensität. Sitz. Ber. d. Ak. d. Wissensch. Berlin 1897, p. 559.
58. Kohlrausch. Die elektrischen Vorgänge im Sehorgan. Kurzes Handb. d. Opt. Bd. 2, p. 118.
59. Kruyssse. Eigenschappen en gebruik van photoelementen. Folia Pharmaceutica 1936, p. 121.
60. Lange. Die Photoelemente und ihre Anwendung. J. A. Barth Verlag. Leipzig 1936.
61. Lasareff. Theorie der Lichtreizung der Netzhaut beim Dunkelsehen. Pflügers Archiv Bd. 154, 1913, p. 459 en Bd. 155, 1914, p. 310.
62. Lythgoe and Tansley. The Relation of the Critical Frequency of Flicker to the Adaptation of the Eye. Proceed. Royal Soc. B. Vol. 105, 1929, p. 60.
63. Marx. Untersuchungen über Fixation unter verschiedenen Bedingungen. Zschr. f. Sinnesphysiol. Bd. 47, 1913, p. 79.
64. Matthey. Eine „Standardkurve“ der Dunkeladaptation für klinische Untersuchungen. Gr. Arch. f. Opt. Bd. 129, 1932, p. 275.
65. Medical Research Council. First Report of the Miners' Nystagmus Committee, 1922.

66. Medical Research Council. Second Report of the Miners' Nystagmus Committee, 1923.
67. ——— Third Report of the Miners' Nystagmus Committee, 1932.
68. Müller. Zur Darstellung des Dunkeladaptationsverlaufes in Kurvenform.
Gr. Arch. f. Opht. Bd. 125, 1931, p. 614.
69. ——— Über den Einfluss verschieden langer Vorbelichtung auf die Dunkeladaptation etc.
Gr. Arch. f. Opht. Bd. 125, 1931, p. 624.
70. ——— Die Theorien der Adaptation.
Kurzes Handb. d. Opht. Bd. 2, p. 366.
71. Nagel. Zwei Apparate für die Augenärztliche Funktionsprüfung.
Zschr. f. Augenhk. Bd. 17, 1907, p. 201.
72. ——— Handbuch der Physiologischen Optik (Helmholtz).
Bd. 2, 1911.
73. Nieden. Über Nystagmus als Folgezustand von Heralopie.
Berl. Klin. Wochenschr. 1874, p. 593.
74. ——— Der Nystagmus der Bergleute.
Bergmann, Wiesbaden 1894.
75. Nordmann et Payeur. Au sujet d'un nouvel Adaptomètre.
Ann. d'Ocul. Bd. 173, 1936.
76. Ohm. Das Augenzittern der Bergleute.
1916.
77. ——— Ein musikalisches und motorisches Gesetz in seiner Beziehung zum Augenzittern.
Klin. Mon. Bl. f. Augenhk. Bd. 65, 1920, p. 505.
78. ——— Das Augenzittern als Gehirnstrahlung.
Urban und Schwarzenberg, Berlin 1925.
79. ——— Zur Augenzitternkunde.
Gr. Arch. f. Opht. Bd. 125, 1930, p. 86.
80. ——— Zur Augenzitternkunde.
Gr. Arch. f. Opht. Bd. 125, 1930, p. 554.
81. ——— Augenzittern der Bergleute als Gegenstand der Gesetzgebung.
Zschr. f. Augenhk. Bd. 71, 1930, p. 226.
82. ——— Praktische Fragen aus dem Gebiete des Augenzitterns der Bergleute.
J. Springer, Berlin 1932.

83. Ohm. Zur Augenzitternkunde.
Gr. Arch. f. Opht. Bd. 132, 1934, p. 372.
84. ——— Der Nystagmus bei der totalen Farbenblindheit.
Zschr. f. Augenhk. Bd. 83, 1934, p. 1.
85. ——— Der optokinetische Nystagmus bei hysterischer Blindheit.
Zschr. f. Augenhk. Bd. 85, 1935, p. 65.
86. ——— Der Nystagmus bei der angeborenen totalen Farbenblindheit und seine Beziehungen zum Augenzittern der Bergleute.
Zschr. f. Augenhk. Bd. 91, 1937, p. 20.
87. Ovio. Esame del Senso Luminoso.
13. Concil. Opht. 1929, Hollandia, IV.
88. Persant Snoep. Nystagmus bij arbeiders in steenkolenmijnen.
Tijdschr. v. Soc. Hyg. Jg. 26, 1924.
89. Piper. Über Dunkeladaptation.
Z. f. Psych. u. Phys. d. Sinnesorg. Bd. 31, 1903, p. 161.
90. Pütter. Die Auswertung zählenmässiger Beobachtungen in der Biologie.
De Gruyter, Berlin und Leipzig 1929.
91. Raudnitz. Zur Lehre vom Spasmus Nutans.
Jahrb. f. Kinderhk. Bd. 45, 1897, p. 145 en p. 416.
92. ——— Demonstration vom experimentellen Nystagmus.
Klin. Mon. Bl. f. Augenhk. Bd. 40 (II), 1902 p. 271.
93. Reeves. Rate of Pupillary Dilation and Contraction.
Psychol. Review. Vol. 25, 1918, p. 330.
94. Robson. Miners' Nystagmus.
London 1923.
95. Roche. An Investigation of Miners' Nystagmus.
Brit. Journ. Opht. Vol. 15, 1931, p. 211.
96. ——— The Etiology of Miners' Nystagmus.
Coll. Guard. Vol. 145, 1932, p. 656.
97. Roelofs und Zeeman. Die Sehschärfe im Halbdunkel, zugleich ein Beitrag zur Kenntnis der Nachtblindheit.
Gr. Arch. f. Opht. Bd. 99, 1919, p. 174.
98. Roelofs und Bierens de Haan. Über den Einfluss von Beleuchtung und Kontrast auf die Sehschärfe.
Gr. Arch. f. Opht. Bd. 107, 1922, p. 151.
99. Sharpley. Vision and illumination in coalmines with reference to Miners' Nystagmus.
Brit. Journ. Opht. Vol. 20, 1936, p. 129.

100. Simon. Über Fixation im Dämmerungssehen.
Zschr. f. Psych. u. Phys. d. Sinnesorg. Bd. 36,
1904, p. 186.
101. Stargardt. Ein Apparat für gleichmässige Helladaptation.
Klin. Mon. Bl. f. Augenhk. Bd. 78, 1927, p. 593.
102. Stassen. La Fatigue de l'Appareil visuel chez les ouvriers
mineurs. Liège 1919.
103. Stiles and Crawford. The luminous Efficiency of
Rays entering the Pupil at different Points.
Proceed. Royal Soc. Vol. 112, 1933, p. 428.
104. Verrijp. Over het photoreceptorisch proces in de retina
en over de critische frequentie van flikkeringen.
Ned. Tijdschr. v. Geneesk. Jg. 75, II, p. 2274.
105. Waardenburg. Das Menschliche Auge und seine Erb-
anlagen.
Nijhoff, 's-Gravenhage 1932.
106. Weeker's. Recherches sur l'Adaptation Retinienne des
Houilleurs et des Nystagmiques.
Arch. d'Opht. T. 30, 1910, p. 743.
107. — Nystagmus professionnel et névrose.
Bull. méd. d'Accid. d. Travail. 1910.
108. — L'héméralopie, symptôme de surmenage.
Arch. d'Opht. T. 36, 1918, p. 203.
109. Wessely. Über Störungen der Adaptation.
Arch. f. Augenhk. Bd. 81, 1916, p. 53.
110. Wiedersheim. Zur Technik der Beobachtung und Dar-
stellung der Schwingungsbahn beim Nystagmus der
Bergleute.
Klin. Mon. Bl. f. Augenhk. Bd. 80, 1928, p. 380.
111. — Zur Technik der optischen Wiedergabe der Nys-
tagmusbahn.
Klin. Mon. Bl. f. Augenhk. Bd. 83, 1929, p. 7.
112. Zeiss. Das Augenzittern der Bergleute.
Barth. Leipzig 1936.
113. Zwicker. Beknopte Verlichtingsleer.
Waltman. Delft 1934.

STELLINGEN.

I.

Alleen indien anisometropie gecombineerd is met strabisme, vindt men bij de nakomelingschap het oog met de sterkste breking steeds aan dezelfde zijde.

II.

Sterilisatie wegens recessief-erfelijke afwijkingen is niet te rechtvaardigen.

III.

Het is noodzakelijk, dat adaptometers op een bepaalde absolute lichtintensiteit geijkt worden, alvorens zij in den handel worden gebracht.

IV.

Er is een klinisch verband tusschen nystagmus latens en alterneerende hyperphorie.

V.

Bij de afsluiting van de vasa afferentia der nierglomeruli door de z.g. „poolkussens” wordt het bijbehorend schorsdeel gevasculariseerd via de kleine venen.

VI.

Bij chronische staphylococcosen verdient behandeling met het gezuiverde staphylococcen-anatoxine volgens Ramon aanbeveling.

VII.

In de symptomatologie van de acute intoxicatie der zuigelingen speelt de exsicose niet de hoofdrol.

VIII.

De onderstelling, dat de niet-specifieke colitis een geneeslijke ziekte zou zijn, berust op de miskenning van het recidiveerende karakter dezer aandoening.

IX.

De hypothese, welke den humor aqueus als een dialysaat beschouwt, is niet zonder meer in overeenstemming te brengen met het aannemen van een circulatie in dit vocht.

X.

De efferente baan der vasomotorische reflexen, die van den sinus caroticus uitgaan, verloopt ook bij de kat uitsluitend via den sympathicus.

XI.

Tegen het verven der wimpers met middelen, welke paraphenyleendiamine bevatten, moet ernstig worden gewaarschuwd.

XII.

Bij de natuurwetenschappelijke propaedeuse van den toekomstigen arts houde men meer rekening met de speciale eischen, die zijn verdere opleiding stelt.